XLVI Международная молодёжная научная конференция

XLVI Gagarin Science Conference

«Гагаринские чтения – 2020»

Сборник тезисов докладов

Москва
2020 г.

УДК 629.7.01

ББК 39.6
Г12

Г12 «Гагаринские чтения – 2020»: Сборник тезисов докладов. — М.: МАИ, 2020. — 1731 с.

В сборник включены тезисы докладов, представленные в организационный комитет конференции в электронном виде в установленные сроки и отвечающие требованиям.

The conference book includes abstracts which were sent to organizing committee in electronic form.

ISBN 978-5-4465-2716-8

УДК 629.7.01
ББК 39.6

©Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет), 2020

Moscow Aviation Institute (National Research Univesity), 2020

Дорогие друзья!

Мы рады приветствовать вас на нашей XLVI Международной молодёжной научной конференции «Гагаринские чтения». 2020 год является особенным в жизни Московского авиационного института. В этом году МАИ исполняется 90 лет со дня основания. Мы всегда помним и чтим наших выпускников, но в юбилейный год особенно приятно вспомнить поимённо маёвцев — известных учёных, конструкторов, лётчиков-космонавтов, внесших неоценимый вклад в развитие ракетно-космической и авиационной отраслей. *Приведу в пример цитату академика РАН Е. А. Федосова, «не надо говорить, в создании каких самолётов и ракет, выпущенных в годы жизни МАИ, принимали определённое участие его выпускники — во всех».* Мы гордимся нашими выпускниками и стараемся передать весь накопленный опыт предыдущих поколений нынешним студентам, помогая им найти свой жизненный путь.

Конференция «Гагаринские чтения» на протяжении многих лет является площадкой для встречи молодых учёных со всей страны и зарубежья друг с другом, где они могут обсудить новые идеи, проекты, поделится бесценным накопленным опытом. Каждый год мы рады приветствовать новых участников и надеемся, что в дальнейшем они будут возвращаться вновь и вновь, а МАИ станет для них удачным стартом.

Хотелось бы отдельно отметить бесценную работу ваших научных руководителей. Поблагодарить за мудрость, терпение и ту поддержку, которую они оказывают вам в решении самых сложных задач.

Желаю вам вдохновения для будущих открытий и сил для преодоления всех преград на пути к ним!

Проректор МАИ по научной работе *Ю. А. Равикович*

Оглавление

Направление №1 Авиационные системы 5

Направление №2 Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки 140

Направление №3 Системы управления, информатика и электроэнергетика 226

Направление №4 Информационно-телекоммуникационные технологии авиационных, ракетных и космических систем 596

Направление №5 Ракетные и космические системы 696

Направление №6 Робототехника, интеллектуальные системы и авиационное вооружение 814

Направление №7 Математические методы в аэрокосмической науке и технике 849

Направление №8 Новые материалы и производственные технологии в области авиационной и ракетно-космической техники 926

Направление №9 Экономика и менеджмент предприятий аэрокосмического комплекса 1188

Направление №11 International session (in English) 1666

Направление №12 Филиал «Восход» (г. Байконур) 1691

Направление №13 Филиал «Взлёт» (г. Ахтубинск) 1704

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ 1711

Направление №1 Авиационные системы

Секция №1.1 Аэродинамика

Разработка и апробация методики расчётного определения форм и размеров ледяных наростов на крыле переменной стреловидности

Березко М.Э.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Никитченко Ю.А.
АО «Гражданские самолёты Сухого», Москва
m_berezko@scac.ru

Проблема обледенения является одной из важнейших при проектировании и эксплуатации летательных аппаратов (ЛА). Его интенсивность и характер могут быть различными и это, в свою очередь, по-разному сказывается на лётных характеристиках воздушного судна.

При сертификации самолётов гражданской авиации для полётов в условиях обледенения необходимым условием является возможность воздушного судна сохранять удовлетворительные характеристики устойчивости и управляемости, как во время нахождения в таких условиях, так и после выхода из них. Необходимые для сертификации условия обледенения (водность воздушного потока, температура окружающего воздуха и размер водяных капель) приводятся в авиационных правилах (АП-25, FAR-25 и CS-25). «Попасть» в значения этих параметров во время лётных испытаний практически невозможно. Поэтому для определения ледяных наростов для условий, представленных в авиационных правилах, поступают следующим образом: проводятся лётные испытания, в ходе которых собирается информация об условиях обледенения во время испытаний и определяются формы и размеры образовавшихся ледяных наростов. Эти формы льда и параметры обледенения используются для валидации расчётных методик, использующихся для расчёта ледяных наростов. С использованием валидированной расчётной методики проводят расчёты форм и размеров льдообразований для требуемых авиационными правилами сочетаний параметров потока.

Целью данной работы являются расчёт формы льда на консоли крыла с законцовкой горизонтального типа (ГЗК) при нахождении в условиях обледенения в течении 45 минут и определение влияния наросшего льда на аэродинамические характеристики этой консоли крыла. Численные эксперименты проведены с помощью программного пакета ANSYS.

В данной работе используются две методики моделирования процесса обледенения. В первой методике проводится вычисление параметров несущего течения (трёхмерное обтекание консоли крыла), характеристик теплопередачи, значений водности, процесса льдообразования на заданном полётном режиме в единой трёхмерной постановке. Во втором подходе, форма льдообразований определяется в ходе двумерного расчёта характерных сечений консоли крыла, после чего создаётся аппроксимирующая поверхность ледового нароста, а затем проводится расчёт аэродинамических характеристик в трёхмерной постановке.

С помощью численного моделирования определены формы и размеры ледяных наростов на крыле. Проведена оценка влияния ледяных наростов, полученных разными методиками, на аэродинамические характеристики консоли крыла с ГЗК.

Расчёт нестационарных аэродинамических характеристики профиля лопасти винтокрылого аппарата методом CFD

Бунтов М.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Макеев П.В.
МАИ, Москва
Ya.buntowa@yandex.ru

В настоящее время при решении задач, связанных с аэродинамикой несущего винта (НВ) вертолёта широко распространено применение различных вихревых моделей. В данных моделях используются аэродинамические характеристики профилей, полученные на основе стационарных продувок в аэродинамических трубах при различных фиксированных числах Маха и углах атаки. При небольших скоростях горизонтального полёта, со скоростной характеристикой $\mu<0,25$, а также на режимах вертикального взлёта и висения стационарные характеристики профиля обеспечивают достаточную точность при расчёте аэродинамических характеристик винта. Но при увеличении горизонтальной скорости полёта возрастает асимметрия обтекания сечения лопасти по азимуту винта. Значительный вклад начинают вносить явления динамического отрыва и аэродинамического гистерезиса, при этом аэродинамические нагрузки и шарнирный момент значительно отличаются от закладываемых стационарных характеристик профилей. В данной работе приводятся результаты расчёта профиля лопасти конвертоплана Bell-Boeing V-22 в плоской постановке на базе метода цифровой гидродинамики (CFD) в пакете Ansys Fluent со сравнением полученных данных с экспериментом [1]. Моделируется совместное нестационарное обтекание профиля по скорости и по углу атаки. В расчётах были заложены законы изменения истинного угла атаки и скорости набегающего потока, полученные на основе расчёта НВ на базе нелинейной вихревой модели. На базе реализованного подхода могут быть определены нестационарные характеристики профиля с учётом специфики работы несущего винта. В дальнейшем они могут быть использованы в составе нелинейной вихревой модели при моделировании полёта с большими числами μ.

Список литературы:

1. Johnson W. Calculation of the Aerodynamic Behavior of the Tilt Rotor Aeroacoustic Model (TRAM) in the DNW / Army/NASA Rotorcraft Division NASA Ames Research Center Moffett Field, California, 2001.

Экологичный беспилотный дирижабль с солнечными батареями

Гончаренко В.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Семенов В.В.
МАИ, Москва
varvaragoncharenko@icloud.com

Доклад посвящён созданию экологически чистого беспилотного арктического дирижабля с использованием солнечных батарей, предназначенного для мониторинга северных акваторий и территорий, ледовой разведки, сопровождения навигации судов, ретрансляции, управления и связи с другими наземными, морскими и воздушными объектами и т.д.

Интерес к дирижаблям связан и с тем, что в полярных и арктических районах живут и работают люди. И современные транспортные средства — воздушные, водные и наземные в полной мере обеспечить перевозки пока не могут. В северных регионов дирижабли могут оказаться очень востребованными, так как способны взлетать и садится как вертолёты. Грузоподъёмность при классических полужёстких конструкциях может достигать 60 тонн, а для дирижаблей "жёсткой" схемы и больше.

Арктический дирижабль, работающий на экологически чистой энергии, будет применяться севернее полярного круга в летний период, когда в период полярного дня выше полярного круга наступает постоянное освещение и не требуется большая ёмкость

аккумуляторов, что позволит уменьшить вес дирижабля. Период полёта дирижабля составит 180 суток непрерывного полёта на высоте 20 километров.

Оболочка такого дирижабля будет изготавливаться из прозрачной высокопрочной плёнки, внутри объёма будет размещаться целый массив двусторонних солнечных батарей, полезная нагрузка, в которую входит аппаратура наблюдения и слежения будет в основном размещаться в хвостовой части дирижабля. Батареи смогут менять угол наклона, что позволит регулировать вырабатываемую ими энергию. Этой электрической энергии будет вполне достаточна для того, чтобы приводить в движение электромоторы, на валу которого установлен воздушный винт большого диаметра, создающий тяговую силу для полёта дирижабля.

На такой высоте воздух довольно разряжен, а значит лобовое сопротивление дирижабля на 20 километрах будет значительно меньше чем у земли, поэтому планируется, что дирижабль сможет развивать скорость до 120 км/ч.

Исследование допустимых размеров моделей для проведения испытаний в сверхзвуковых и гиперзвуковых аэродинамических трубах с рабочей частью в виде камеры Эйфеля

Епифанова В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаповалов Р.В.
МАИ, Москва
epifanova98@bk.ru

Для испытаний различного рода моделей в аэродинамических трубах необходимо иметь представление о допустимых размерах моделей, которые будут рассматриваться. Становится ясно, что нет определённого перечня размеров моделей для сверхзвуковых и гиперзвуковых испытаний в трубах. И тем более в трубах, в которых рабочая часть представлена в виде камеры Эйфеля.

Многофункциональная рабочая аэрогазодинамическая камера Эйфеля установки главным образом включает в себя саму рабочую камеру, источник идеального (модельного) газа, который подаётся на её вход и может быть изменён на воздух, а на выходе камеры — диффузор. Диффузор это такая часть газодинамической трубы, в которой замедляется скорость потока, что необходимо для проведения экспериментов.

В самой рабочей камере зачастую установлена некая перегородка, что образует дополнительную камеру, которая является вспомогательной. В данной перегородке выполнено несколько отверстий. Каждое из отверстий имеет диаметр больше выходного сечения сопла и чаще всего выполнено соосно с ним. Отверстия в центральной части этой перегородки могут быть снабжены заглушками. Результат подобного изобретения с технической точки зрения позволяет проводить испытания не только моделей составных частей ракет, элементов РН с соплами двигателей, но и различных моделей летательных аппаратов при минимальных затратах на переформировку и перенастройку элементов рабочей части установки. При испытаниях моделей ЛА в отверстия в центральной части перегородки дополнительно устанавливают заглушки. Узел крепления державки, которая будет регулировать и изменять положение испытываемых моделей, установлен во вспомогательной камере. При испытаниях кормовой части ракеты заглушки в отверстиях центральной части перегородки не устанавливают [1].

Камера является ярким примером экспериментальной аэрогазодинамики, а именно моделью конструкции рабочей части газодинамической установки для испытаний разнообразных моделей ракет, моделей летательных аппаратов, как оснащённых органами управления, так и нет, и ракетных двигателей.

При старте ракеты на её двигатель и стенки сопла действует большое количество различных нагрузок, что приводит к необходимости рассчитывать и учитывать показатели трения и напряжения, а также параметры пограничного слоя на стенках сопла. Чтобы рассчитать и учесть все параметры, которые могут влиять на надёжность и прочность корпуса

изделия, сперва следует испытать модель ракеты-носителя или летательного аппарата на испытательном стенде. В качестве испытательного стенда в данном случае рассматривается аэродинамическая труба, которая позволяет опытным путём рассмотреть и просчитать необходимые параметры. Все эти характеристики имеют прямое влияние на размеры испытываемых моделей, почему данное исследование и является актуальным.

Объектом исследования является процесс проведения испытаний на сверхзвуковых и гиперзвуковых скоростях в аэродинамических трубах с рабочей частью в виде камеры Эйфеля, а предметом исследования выступают параметры, имеющие влияния на характеристики моделей для таких испытаний.

Научная новизна будет состоять в определении допустимых размеров моделей, которые используются для проведения испытаний в аэродинамических трубах больших скоростей с камерой Эйфеля, и составление кратко перечня требований к моделям.

Становится ясно, что данный экспериментальный объект — а именно аэрогазодинамическая камера для проведения испытаний с рабочей частью, представленной в виде камеры Эйфеля — имеет огромное влияние на характеристики моделей, испытываемых в трубе с такой камерой. Рассмотрение данной темы позволит понять, какие характеристики должны иметь модели, испытываемые в трубах с камерой Эйфеля. Составление перечня требований облегчит в будущем задачи создания моделей для испытаний в аэрогазодинамических трубах, так как размеры моделей будут сразу указаны в описании к рабочей камере для испытаний сверхзвуковых и гиперзвуковых потоков.

Список литературы:

1. Бабиков А.Л., Кислых В.В. Универсальная рабочая камера Эйфеля аэрогазодинамической установки. URL: https://findpatent.ru/patent/258/2585890.html

Сравнительный анализ основных аэродинамических характеристик аппарата класса «несущий корпус»

Закатаев Н.С.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Никитченко Ю.А.
МАИ, Москва
zakataevnikita@yandex.ru

Цель работы — определение аэродинамических характеристик аппарата класса «несущий корпус» с помощью метода Ньютона и аналитического метода.

Задачи работы: проведение сравнительного анализа полученных результатов; обзор зарубежных и отечественных аналогов возвращаемых аппаратов класса «несущий корпус»; определение перспектив использования возвращаемых аппаратов класса «несущий корпус»; проведение сравнительного анализа аппаратов классов «несущий корпус» и «капсула»

В настоящее время большое внимание уделяется проблеме совершенствования конструкций и расширения функциональных возможностей космических пилотируемых и беспилотных аппаратов.

После успешных полётов космических аппаратов, осуществивших спуск в атмосфере с небольшим аэродинамическим качеством (Кгип = 0 ÷ 0.5), проводятся интенсивные исследования аппаратов с повышенным аэродинамическим качеством, что позволяет существенно улучшить баллистические характеристики, манёвренность аэрокосмического аппарата, а также получить умеренный тепловой режим для работы силовой конструкции и конструктивных систем.

При расчёте аэродинамических характеристик летательных аппаратов, движущихся с большими сверхзвуковыми и гиперзвуковыми скоростями, широко используют метод Ньютона. Этот метод обладает существенными преимуществами перед другими, более современными и точными методами расчёта, простотой и возможностью получения аэродинамических характеристик тел сложной формы в полном диапазоне углов атаки (0…180°).

Для приближенного определения сопротивления, действующего на тело при его движении в жидкой или газообразной среде, Ньютон предложил модель взаимодействия

молекул, и принял, что среда, обтекающая тело, состоит из одинаковых и не взаимодействующих между собой частиц, расположенных на равном расстоянии друг от друга.

Метод Ньютона основан на корпускулярной теории, называемой также теорией «ньютонова торможения», согласно которой частицы газа испытывают возмущения только при ударе о твёрдую стенку и полностью теряют нормальную к стенке составляющую количества движения (абсолютно неупругий удар).

Такой подход позволяет получить зависимость коэффициента давления в некоторой точке поверхности от угла взаимодействия потока с обтекаемой поверхностью.

Описание численного метода получения аэродинамических коэффициентов и аэродинамического качества:

– поверхность исследуемого аппарата разбивается на некоторое число треугольников (от нескольких сотен до нескольких сотен тысяч) и затем проводятся следующие операции;

– для всех элементов поверхности, с учётом «аэродинамической тени», производится расчёт по формуле Ньютона коэффициентов давления;

– полученные векторы коэффициентов сил, действующие на элементарные ячейки, складываются и преобразуются в суммарные аэродинамические коэффициенты Cx и Cy;

– повторение выше изложенных операций для диапазона углов атаки от 0 до 180 ˚;

Аналитический метод

Приближенные методики оценки аэродинамических параметров удлинённых тел позволяют значительно сократить время и затраты на разработку новых изделий.

Одной из таких методик является подход Ньютона, предназначенный для определения аэродинамических коэффициентов удлинённых тел при скоростях движения 5...7 М

Предложен алгоритм, разрешающий границу зоны видимости автоматически в широком диапазоне изменения угла атаки.

В соответствии с алгоритмом, поверхность удлинённого тела представлена в аналитическом виде как совокупность поверхностей.

В рамках модифицированной Ньютонианской теории получены универсальные (не зависящие от формы тела) аэродинамические соотношения, связывающие между собой составляющие аэродинамических коэффициентов.

На основе универсальных соотношений, полученных в работе, разработан математический аппарат для аналитического расчёта аэродинамических характеристик тел произвольной формы.

С помощью разработанного алгоритма проведён расчёт аэродинамических коэффициентов.

Поверхность ЛА условно разбивается на несколько комплексов. В состав каждого комплекса входят элементы (их количество ограничено ресурсами компьютера) следующих базовых типов: сфера, конус круговой, цилиндр круговой, эллипсоид вращения, конус эллиптический, цилиндр эллиптический, гиперболоид, пластина эллиптическая. Принадлежность треугольных панелей геометрическим элементам устанавливается в массиве связи в котором указаны номера последних панелей элементов.

Особенности моделирования воздушного винта и его интерференции с крылом с помощью методов вычислительной газовой динамики

Кузин С.А.
ФГУП «ЦАГИ», Жуковский
sergei.a.kuzin@phystech.edu

Одним из актуальных направлений развития авиационной техники является разработка самолётов местных воздушных короткого взлёта и посадки (МВЛ КВП). Необходимость создания самолётов данного типа продиктована несколькими причинами:

• Ограниченное число аэродромов в Российской Федерации;
• Линейный рост затрат на реконструкцию аэродромов при увеличении длины ВПП;
• Аэропортовые сборы составляют порядка 25% стоимости лётного часа.

Самолёт КВП может существенно повысить физическую и экономическую доступность авиаперевозок.

Сокращение потребной длины ВПП подразумевает необходимость повышения несущих свойств самолёта. Одним из способов увеличения коэффициента подъёмной силы является обдув крыла струями воздушных винтов. Существующие методики расчёта влияния обдувки на аэродинамические характеристики ЛА в основном базируются на импульсной теории, что не в полной мере описывает физические явления, происходящие при данном процессе. В работе представлены результаты исследования поля течения за вращающимся винтом, влияния скорости набегающего потока на характеристики воздушного винта, а также влияния обдувки струёй от винта на характеристики крыла ЛА.

Объектами исследования являлись: изолированный пятилопастный воздушный винт, а также сегмент крыла прямоугольной формы в плане с отклонённым двухщелевым закрылком с установленным перед передней кромкой крыла воздушным винтом.

Для решения задач численного моделирования использовался программный комплекс ANSYS CFX, в основе которого лежит метод конечного объёма. Решались осреднённые по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса, замкнутые SST моделью турбулентности с базовыми значениями параметров. Расчёты проводились на неструктурированных расчётных сетках, построенных в программном модуле ANSYS MESHING. Моделирование вращения винта проводилось в квазистационарной постановке по рекомендованной разработчиком ПО процедуре путём создания в ближнем поле винта «вращающегося» домена, в котором вектору скорости набегающего потока добавляется вращательная составляющая. Согласование между границами «вращающегося» и стационарного доменов производилось посредством интерфейсов с условиями «Frozen rotor». Такой подход позволяет существенно сократить время расчёта по сравнению с расчётом поля течения в нестационарной постановке.

Исследование характеристик изолированного винта проводилось при нулевом угле атаки. При такой постановке задачи расчётная область представляла собой сектор цилиндра, в котором угол между плоскостями осевых сечений равен $2\pi/N$, где N — число лопастей. Данное решение позволяет сократить число узлов сетки приблизительно в N раз. При этом на плоскостях осевых сечений обеспечивалось условие «Rotational Periodicity», то есть взаимное согласование параметров течения. Полученные в результате расчётов характеристики винта хорошо согласовываются как с теорией, так и с экспериментальными данными. Поле течения за винтом представляет собой набор струек, кратных числу лопастей, которые закручиваются относительно оси вращения винта.

Исследование обтекания сегмента крыла с установленным перед ним воздушным винтом проводилось при варьировании скорости набегающего потока воздуха от 20 до 40 м/с в диапазоне углов атаки от 5 до 15 градусов. Расчётная область представляла собой прямоугольный параллелепипед, боковые грани которого определяли размах сегмента крыла. На данных гранях ставилось условие стенки без прилипания (аналог «крыла бесконечного размаха»»). Воздушный винт был заключён в цилиндрическую область, в котором вектору скорости набегающего потока добавлялась вращательная составляющая.

Результаты расчётов показали значительную несимметричность в картинах распределения коэффициентов давления по крылу и закрылку в плоскостях, параллельных плоскости симметрии и равноудалённых от неё. Данное явление объясняется наводимыми скосами от винта. Также можно отметить, что картина распределения давления по поверхности крыла, находящегося в зоне обдува струёй от винта, зависит от распределения давления по остальной поверхности крыла. Кроме того, показано, что приращение коэффициента подъёмной силы, вызванное обдувкой от винта, уменьшается с ростом скорости набегающего потока воздуха, а также зависит от соотношения между диаметром винта и хордой крыла.

Зависимость коэффициента сопротивления от форма-образования парашюта на различных скоростях

Мамонтов А.С.
Научный руководитель — Швед Ю.В.
МАИ, Москва
alexiemamontov7@gmail.com

Целью моего исследования является нахождение зависимости коэффициента торможения от формы парашюта, принимаемой в потоке воздуха при торможении.

Для уменьшения длины пробега самолёта при посадке выгодно использовать тормозные посадочные парашютные системы(ТППС). Их применение позволяет примерно 1,5–1,7 раз сократить длину пробега самолёта и в 1,5–2 раза увеличить срок службы пневматиков колёс.

ТППС должна надёжно вступать в работу и реализовывать невысокие динамические нагрузки при вытягивании системы и раскрытии основного парашюта. По этой причине в качестве основного парашюта в ТППС используется парашют с куполом крестообразной формы. Также на ряду с этим парашютом используются круговой щелевой.

В исследовании будет рассматриваться восьмилепестковый парашют как альтернатива применяемому крестообразному. Такое строение может обеспечить более высокий коэффициент торможения при меньшем динамическом коэффициенте. Планируется провести ряд испытаний с последующим анализом полученных результатов, при этом учитывая значение прилагаемой нагрузки, влияющей на формообразование. На основе данных, полученных в ходе анализа, будет составлена модель реального парашюта, выявлен его коэффициент торможения и проведено сравнение с характеристиками применяемого крестообразного парашюта.

Список литературы:

1. Лялин В.В., Морозов В.И., Пономарев А.Т. «Парашютные системы. Проблемы и методы их решения.» М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009 —576 с.
2. Лобанов Н.А. «Основы расчёта и конструирования парашютов» Москва: Издательство «Машиностроение», 1965

Анализ влияния геометрических характеристик концевой части лопасти на аэродинамические характеристики несущего винта вертолёта на различных режимах полёта

Никитин С.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Игнаткин Ю.М.
МАИ, Москва
luber6785@yandex.ru

Совершенство летательного аппарата, в значительной степени, определяют его лётно-технические характеристики. Лётно-технические характеристики летательного аппарата вертикального взлёта и посадки (вертолёта), в основном, определяются аэродинамическим совершенством его движителя — несущего винта. Лопасти последнего работают в сложных динамических условиях, характеризующихся изменением углов атаки и скоростей обтекания набегающим потоком её сечений, как по радиусу, так и по азимутальному положению лопасти. Вышеупомянутые особенности работы элементов лопастей обусловлены наличием вращения лопастей вокруг оси несущего винта, и как следствие, увеличением скорости обдува потоком по радиусу лопасти. Таким образом, на сравнительно небольшом концевом участке лопасти реализуется значительная составная часть, как тяги, так и крутящего момента несущего винта. Выбор рациональных геометрических параметров концевой части лопасти позволяет в значительной степени улучшать суммарные аэродинамические характеристики несущего винта вертолёта.

Целью работы являлся анализ влияния геометрических параметров концевой части лопасти на аэродинамические характеристики несущего винта вертолёта на различных

режимах работы. На основе проведённого анализа аэродинамических компоновок современных и перспективных лопастей были определены основные типы и присущие им геометрические характеристики концевых частей, используемые на вертолётах.

Был выполнен анализ ряда опубликованных научных и экспериментальных исследований как самих законцовок, так и исследований концевых частей лопастей в составе несущего винта вертолёта. Определены основные зависимости аэродинамических характеристик лопастей несущего винта от выбранных геометрических характеристик концевой части лопасти. Выполнен анализ структуры вихревого следа, создаваемого лопастью несущего винта. Рассмотрены современные расчётные методы численного моделирования гидродинамических процессов — CFD (англ. Computational Fluid Dynamics). Рассмотрены основные варианты применения законцовок на лопастях несущих винтов на различных режимах работы.

Исследование влияния продольного выступающего элемента конструкции на аэродинамические характеристики корпуса беспилотного летательного аппарата

Розанцев К.О.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Попов С.А.
МАИ, Москва
kosrz@yahoo.com

При использовании тел вращения большего удлинения в качестве корпусов беспилотных летательных (БЛА) возникает необходимость установки на их поверхности различных выступающих элементов. Как правило эти элементы представляют собой своеобразные чехлы, закрывающие различного рода агрегаты и приборы. Практический интерес представляет выяснить общие закономерности влияния, которое оказывают выступающие элементы конструкции на БЛА при его обтекании потоком, а также аэродинамических нагрузок, действующих на сам выступающий элемент.

В данной работе рассматриваются основные принципы влияния продольного выступающего элемента конструкции на аэродинамические характеристики корпуса БЛА. Продольный выступающий элемент конструкции, расположенный на боковой поверхности корпуса БЛА, не только увеличивает сопротивление и подъёмную силу, но может привести и к возникновению существенной поперечной силы и значительного момента крена.

В работе представлены результаты численного моделирования обтекания корпуса БЛА в присутствии продольного выступающего элемента конструкции и при его отсутствии. Численное моделирование проведено в пакете вычислительной газодинамики (CFD). Задача рассмотрена в трёхмерной постановке, используемая математическая модель, основана на решении усреднённых уравнений Навье-Стокса, замкнутых с помощью SST k-w модели турбулентности.

В качестве продольного выступающего элемента конструкции в данной работе выступал гаргрот — кожух закрывающий транзитную электромагистраль, проходящую по внешней обшивке корпуса БЛА. Гаргрот составляет до половины длины корпуса БЛА. Расчёты проведены для различных геометрических параметров гаргрота, для углов атаки до 30 градусов и углов аэродинамического крена до 180 градусов, при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях.

По результатам данных расчётов можно получить рекомендации для оптимальной геометрической формы продольных выступающих элементов конструкции, а также в дальнейшем может быть дополнена аналитическая методика расчёта аэродинамических характеристик БЛА с учётом влияния выступающих элементов конструкции, которая применяется на ранних этапах проектирования БЛА.

Трёхщелевой закрылок самолёта короткого взлёта и посадки

Рязанов А.Е., Цивенко К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кириакиди С.К.
ВГТУ, Воронеж
artoymrayzanov@gmail.com

С целью увеличения эффективности механизации крыла самолёта короткого взлёта и посадки, рассмотрен трёхщелевой закрылок с рядом особенностей. Закрылок содержит подвижное носовое звено и основное звено с дефлектором. Носовое звено кинематически, через складывающиеся тяги, связано с дефлектором и имеет возможность перемещаться по тем же направляющим рельсам, что и жёсткая связка дефлектор-основное звено. Подвижность носового звена даёт с одной стороны компактность размещения закрылка в крыле, а с другой-увеличение хорды всего закрылка на режимах взлёта и посадки с получением дополнительного аэродинамического канала. Это способствует дальнейшему увеличению скорости потока над верхней поверхностью закрылка, что обеспечивает дополнительное увеличения подъёмной силы крыла самолёта короткого взлёта и посадки.

Другая особенность состоит в том, что по нижней поверхности основного звена закрылка установлена подвижная жёсткая панель, имеющая возможность смещаться по направляющим назад по потоку за заднюю кромку основного звена, увеличивая площадь и кривизну механизированного крыла на режимах взлёта и посадки.

Приводом служит винтовой механизм, который через подвижную тягу соединён с внутренним рычагом складывающейся тяги между носовыми звеном закрылка и дефлектором, а наружный рычаг этой тяги связан, через поворотную тягу управления подвижной панели, с внутренним рычагом складывающейся тяги. Данная тяга кинематически связывает основное звено закрылка и подвижную панель, обеспечивая их единую совместную работу при действии привода. Кинематика размещена по боковым стенкам закрылка.

В результате, трёхщелевой закрылок, имея компактную форму на крейсерском режиме полёта, раздвигается с образованием дополнительной аэродинамической щели, и дополнительным увеличением площади, а также кривизны крыла на режимах взлёта и посадки, что способствует повышению циркуляции скорости вокруг крыла и, соответственно, подъёмной силы на данных режимах полёта.

Решение валидационной задачи обтекания профиля NACA-2412

Сагайдак М.В.
Научный руководитель — Бабулин А.А.
АО «Гражданские самолёты Сухого», Москва
mikhaelvs@mail.ru

Для выполнения инженерных расчётов численными методами необходимо удостовериться в корректности выдаваемых ими результатов. В настоящей работе рассматривается вопрос соответствия результатов моделирования в программных пакетах ANSYS Fluent и Cobra (ФГУП «ЦИАМ») дозвукового течения газа в окрестности профиля крыла экспериментальным данным [1].

Рассмотрен профиль NACA — 2412. Длина хорды равна 61 см. Число Маха набегающего потока $M\infty = 0.13$, число Рейнольдса $Re = 2.2 \cdot 106$, статическое давление $P = 101\,325$ Па, температура $T = 251$ K. Расчётная область представляет собой квадрат 20х20 м. Исследовано 2 варианта расчётной сетки. Сетка 1 размерностью 44 064 ячеек. Сетка 2 размерностью 69 984 ячеек.

В результате расчётов получены зависимости коэффициентов подъёмной силы Суа, лобового сопротивления Сха профиля в зависимости от изменения угла атаки α. Полученные результаты демонстрируют удовлетворительную сходимость с экспериментальными данными в части моделирования течения газа вблизи профиля крыла на докритических углах атаки. В то же время, получено завышение значения критического угла атаки приблизительно на 13%, а также

значения коэффициента Cy max на 10...15%. Это можно объяснить тем, что при численном моделировании отрыв потока с профиля происходит несколько «позднее» по углу атаки.

Анализ зависимости значений аэродинамических коэффициентов от разрешающей способности сетки показал, что использование расчётной сетки с увеличенным количеством ячеек приводит к увеличению расчётного значения коэффициента Cy max приблизительно на 5%.

В настоящее время задача валидации требует дальнейшего исследования, основываясь на других экспериментальных данных, так как нет уверенности в точности результатов данного конкретного эксперимента.

Список литературы:

1. H. C. Seetharam, E. J. Rodgers, w. H. Wentz, Jr. Experimental Studies of Flow Separation of the NACA 2412 Airfoil at Low Speeds // Aeronautical Engineering Department Wichita State University Wichita, Kansas October 1977, NASA-CR-197497

Способ уменьшения срывных течений на верхней поверхности мягкого крыла

Федулов Ю.С.
Научный руководитель — Швед Ю.В.
МАИ, Москва
yrri94@yandex.ru

Целью данного исследования является оценка эффективности применения профилированной щели крыла на управляемых парашютных грузовых системах. В исследовании рассмотрены образцы парашютно-десантной техники фирм Airborne Systems, MM1ST. Определены следующие конструкторские задачи, возникающие при проектировании двухоболочкового крыла:

1. Выбор профиля. Описание особенностей аэродинамических профилей для мягкого крыла.
2. Выбор размера, формы и положения воздухозаборника.
3. Выбор места и формы профилированной щели.
4. Выбор внутренних силовых элементов крыла.
5. Определение влияние удлинения и формы крыла на характер раскрытия в воздухе планирующего купола
6. Определение необходимой крутки консолей крыла.

Важной задачей является уменьшение области срыва потока при затягивании строп управления. Один из способов уменьшить срывные течения на верхней поверхности крыла — использование профилированной щели. В ходе экспериментальных исследований, проведённых Шведом Ю.В. при сравнении характеристик идентичных крыльев в щелевом и бесщелевом исполнении, были выявлены следующие особенности: прирост аэродинамического качества и увеличение несущей способности на больших углах атаки крыла. Обращая внимание на выявленные закономерности можно говорить о применении данного решения при проектировании управляемых парашютных грузовых систем.

В качестве объекта исследования использован аэродинамический профиль, рекомендованный для мягких крыльев. Исследование проводится в программных средах XFLR5, SolidWorks Flow Simulation.

Список литературы:

1. Швед Ю.В. Экспериментальные исследования мягкого щелевого крыла. Журнал «Полёт» №9, 2019 г. С. 36-37

2. Брысов О.П., Езеева Е.П., Лимонад Ю.Г. Некоторые особенности аэродинамики парашюта-крыла // Уч. записки ЦАГИ, 1984. Т. XV. № 3.

3. Викторчик А.Г., Михайлюк А.А., Павлов А.С. Исследование влияния формы парашюта-крыла на его аэродинамическое качество. Вопросы аэродинамики ЛА и их частей. Сб. тр. МАИ, 1991 г. С. 68-73.

4. Иванов П.И. Проектирование, изготовление и испытание парапланов. 2007 г.

Двухщелевой закрылок лёгкого самолёта

Цивенко К.А., Рязанов А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кириакиди С.К.
ВГТУ, Воронеж
kirciv98@gmail.com

Актуальной задачей развития авиационной техники является совершенствование механизации крыла, обеспечивающей существенное увеличение подъёмной силы ЛА на режимах взлёта и посадки, следствием чего является снижение взлётно-посадочных скоростей и сокращение потребной длины ВПП.

Рассмотрен двухщелевой закрылок лёгкого самолёта, включающий жёстко связанные между собой основное звено и дефлектор, элементы кинематики — каретки с опорными роликами, направляющие рельсы перемещения закрыла и механизм уборки-выпуска. Причём, в нижней части основного звена закрылка по направляющим подвижно установлены жёсткие панели, содержащие поворотные хвостовые части. Кинематика управления данными панелями включает шарнирно закреплённые промежуточные качалки, которые одним плечом через складывающуюся тягу соединены с механизмом уборки-выпуска закрылка, а другим, через промежуточную тягу — с рычагом поворотной хвостовой части подвижной панели.

Единым приводом осуществлён выпуск закрылка и перевод подвижной панели во взлётно-посадочное положение с одновременным разворотом хвостовой части последней. Вся кинематика установлена по торцам закрылка.

В результате, при действии привода, двухщелевой закрылок перемещён во взлётно-посадочное положение с одновременным существенным перемещением подвижной панели по направляющим и её выходом за заднюю кромку основного звена закрылка. При этом, поворотная хвостовая часть подвижной панели, в результате действия тяг управления, развёрнута на значительный угол.

Таким образом, на режимах взлёта и посадки существенно увеличена эффективность двухщелевого закрылка, дополнительно увеличена, при перемещении сдвижной панели, площадь механизированного крыла и его кривизна (в результате разворота поворотной хвостовой части панели), что приводит к значительному увеличению циркуляции скорости вокруг крыла и, соответственно, существенному увеличению подъёмной силы крыла лёгкого самолёта с двухщелевым закрылком на режимах взлёта и посадки.

Расчёт вредного сопротивления летательных аппаратов, обусловленного неровностями внешней поверхности и сопротивлением немоделируемых деталей

Шевцов Г.А.
Научный руководитель — к.т.н. Ерохин П.В.
ПАО «Туполев», Москва
bzhorka@mail.ru

Качество внешней поверхности (КВП) современных самолётов привлекает большое внимание в связи с необходимостью экономии топлива и улучшения их лётно-технических характеристик. Расчёты показывают, что величина вредного сопротивления, отнесённая к сопротивлению гладкого самолёта, при нулевой подъёмной силе достигает ~10-15%.

Проведён расчёт по методике определения вредного сопротивления летательных аппаратов, обусловленного неровностями внешней поверхности и сопротивлением немоделируемых деталей.

Неровности внешней поверхности включают:

1. Шероховатость
2. Волнистость цилиндрическую и пространственную.
3. Уступы прямые и обратные. Выступание потайных головок заклёпок и винтов.

4. Заклёпки и винты с выпуклой головкой.

5. Зазоры между стыками листов обшивки или панелями. Планки. Шлицы головок винтов и болтов.

6. Невписываемость органов механизации крыла и управления.

7. Щели между органами механизации крыла и управления.

Под немоделируемыми деталями понимают мелкие надстройки типа: антенн, датчиков, приборов, отдельные конструкторские узлы, расположенные на внешней поверхности, сопротивление которых нецелесообразно исследовать на аэродинамических моделях из-за трудности выполнения критерия подобия вязкости в натурных условиях и трубном эксперименте.

Сопротивление неровностей внешней поверхности получено по методике пересчёта вредного сопротивления (определённого для локального участка внешней поверхности) на полную площадь агрегата самолёта, которая базируется на основных положениях аэродинамики и принятых допущениях.

В результате проделанной работы были получены значения увеличение расхода топлива и потери дальности полёта самолёта, а также графики зависимости Cx от числа Маха для различных типов надстроек и неровностей внешней поверхности. Приведены данные отражающие действительную величину ухудшения характеристик из-за вредного сопротивления.

Секция №1.2 Динамика и управление полётом ЛА

Принцип продольного управления самолётом с обратными связями по углу атаки и нормальной перегрузке

Балховитин М.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Верещиков Д.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
maxbro98@gmail.com

С помощью программы MATLAB&Simulink было исследовано управление самолётом с обратными связями по углу атаки и нормальной перегрузке.

Статически устойчивый в продольном канале самолёт способен самостоятельно устранять приращение угла атаки и нормальной перегрузки, что не требует от лётчика специальных действий командным рычагом управления по тангажу и применения автоматических средств, искусственно повышающих или обеспечивающих устойчивость. Статически устойчивая компоновка характеризуется двумя основными недостатками: применением горизонтального оперения большой площади для создания значительного восстанавливающего продольного момента, что в результате ведёт к росту нагрузки на хвостовую часть фюзеляжа и увеличению массы всего самолёта; балансировка такого самолёта на установившихся режимах полёта требует создания отрицательного приращения аэродинамической силы на горизонтальном оперении, следовательно, суммарная подъёмная сила всей компоновки уменьшается.

Снижение площади горизонтального оперения и повышения манёвренности самолёта возможно за счёт уменьшения запаса продольной статической устойчивости или перехода к статически неустойчивым компоновкам, но при этом необходимо искусственное обеспечение продольной статической устойчивости.

В докладе рассмотрена система управления самолётом в продольном канале, в котором аэродинамическая рулевая поверхность отклоняется пропорционально величине перемещения командного рычага управления и имеются обратные связи по углу атаки и нормальной перегрузке, реализуемые комплексным автоматом устойчивости, функционирующая по следующему закону: $\varphi = X_в \cdot K_в + \Delta n_y \cdot K_{(n_y)} + \alpha \cdot K_\alpha$. При больших скоростных напорах незначительное изменение угла атаки приводит к существенному изменению нормальной перегрузки, а при малых скоростных напорах нормальная перегрузка даже при значительном изменении угла атаки изменяется слабо, а значит не является информативным параметром. В виду этого с ростом скоростного напора K_α уменьшается, а $K_{(n_y)}$ растёт.

Данный принцип реализуется в созданной Simulink-модели. Нормальная перегрузка и угол атаки вычисляются соответствующими блоками. Эти сигналы после умножения на передаточные числа, зависящие от скоростного напора, передаются на сумматор. Сигнал от рычага управления умноженный на коэффициент передаточного отношения передаётся так же на вход сумматора, то есть отклонению рычага в продольном канале соответствует заданное приращение нормальной перегрузки сверх потребного для прямолинейного полёта. В свою очередь суммарный сигнал, умноженный на соответствующий коэффициент, отклоняет рулевую поверхность, чем и обеспечивает устойчивость самолёта и придание ему необходимых динамических свойств.

В результате моделирования получена автобалансировка самолёта в продольном канале управления. Установка рычага в нейтральном положении есть команда на выполнение движения без искривления траектории. Таким образом, лётчик освобождается от необходимости перебалансировки самолёта при изменении скорости и высоты полёта и триммирования рычага.

Исследование возможности применения беспилотных воздушных судов для получения информации о характеристиках атмосферы при метеорологическом обеспечении полётов воздушных судов

Бех П.Д.
Научный руководитель — профессор, к.г.н Белоусова Л.Ю.
СПБГУ ГА, Санкт-Петербург
pavelbekh@yandex.ru

Состояние атмосферы, а также наличие в ней сложных и опасных явлений погоды оказывают значительное влияние на выполнение полётов воздушных судов. Особенно это сказывается на таких важных этапах полёта, как взлёт и посадка, а также при полётах на малой высоте в приземном слое атмосферы.

Одним из параметров атмосферы является ветер, с ним связаны различные ограничения, которые накладываются на взлёт и посадку воздушных судов. Кроме того, в зависимости от характера изменения скорости и направления ветра с высотой, формируется такое опасное явление, как сдвиг ветра. Резкое изменение характеристик ветра может привести к попаданию ВС на критические режимы полёта, что может привести к столкновению с земной поверхностью на малой высоте [1].

При этом, современные средства не позволяют получить репрезентативную картину пространственно-временной изменчивости ветра, так как невозможно обеспечить измерение его параметров в зоне взлёта и захода на посадку, поэтому проблема измерения параметров ветра по высотам и обнаружения сдвига ветра остаётся на сегодняшний день актуальной.

Помимо ветра на полёты ВС влияют температура и влажность воздуха, которые оказывают непосредственное влияние на лётно-технические характеристики. Эти параметры измеряются в процессе радиозондирования и, в зависимости от характера изменения температуры и влажности с высотой, по аэрологическим диаграммам определяют устойчивость атмосферы, анализируют и прогнозируют условия развития облачности вертикального развития, ливней, гроз, болтанки, оценивают возможность обледенения воздушных судов, определяют наличие слоёв инверсии и изотермии, определяют положение тропопаузы, её высоту, температуру и давление [2].

Также следует отметить, что определённая совокупность этих параметров может приводить к возникновению явлений, ухудшающих видимость, что также сказывается на выполнении полётов. Данные о видимости, используемые в авиации, представляют собой метеорологическую дальность видимости или дальность видимости на ВПП (горизонтальную) и вертикальную видимость, в то время как взгляд пилота, в процессе снижения по глиссаде направлен по наклонной, поэтому нельзя с уверенностью сказать, на какой высоте будет установлен визуальный контакт с взлётно-посадочной полосой или огнями подхода.

Проведённый анализ показал, что возможности современных средств и методов метеорологического обеспечения полётов воздушных судов крайне ограничены. В настоящей работе для этих целей рассмотрено применение автоматизированных беспилотных воздушных судов (БВС).

В рамках исследования применялось БВС типа «квадрокоптер», оборудованный полётным микроконтроллером, который получает данные от глобальной системы позиционирования, встроенной инерциальной системы, магнитометра, барометра и термометра, что позволяет полностью автоматизировать выполнение полёта [3].

На наземной станции вводятся координаты точек и высоты, на которых будет осуществляться измерение заданных параметров, активируется программа полёта и БВС приступает к выполнению полётного задания. На всех высотах температура фиксируется автоматически, а скорость и направление ветра измеряются в режиме стабилизации высоты, при котором БВС выдерживает заданную высоту и смещается под воздействием ветра, передавая и записывая данные о направлении и скорости смещения. Все данные сохраняются и транслируются на наземную станцию в реальном времени [4].

В результате эксперимента были получены числовые значения и построены графики измерения температуры, скорости и направления ветра на различных высотах.

Оснащение конструкции БВС видеокамерой с передатчиком позволит определять наклонную видимость при полёте по глиссаде, наблюдая за изображением на мониторе наземной станции, что позволит более конкретно определять, в какой момент устанавливается визуальный контакт с ВПП.

Применение БВС позволит получать актуальную и репрезентативную информацию о состоянии атмосферы, а также, существенно снизит затраты на проведение ветрового зондирования и сможет применяться на высотах до 3 км. Для реализации этого необходимо юридическое согласование полётов БВС, а также квалифицированное обслуживание БВС для обеспечения должного уровня безопасности при выполнении полётов.

Список литературы:

1. Богаткин, О. Г. Авиационная метеорология: Учебник. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2005. – 328 с.

2. Баранов А. М., Лещёнко Г. П., Белоусова Л. Ю. Авиационная метеорология и метеорологическое обеспечение полётов: Учеб. Для вузов. — М.: Транспорт, 1993. — 287 с.

3. Полётный контроллер ArduPilot Mega (APM) 2.6 // Интернет-портал ArduPilot Mega, 2019. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://ardupilot-mega.ru/.

4. Бех П. Д. Исследование возможности применения БПЛА для определения характеристик поля ветра в приземном слое атмосферы и связанных с ним опасных явлений // Гагаринские чтения — 2018: XLIV Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: Том 1. — М.: Моск. Авиационный ин-т, 2018. — с. 15-16. ISBN 978-5-90363-170-4.

Расчёт стартового режима БПЛА с РДТТ

Бортникова С.В., Кузнецов С.С.
Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург
bortnikovasv@mail.ru

Вся продолжительность полёта проектируемого летательного аппарата может быть разделена на два периода: стартовый (работа стартового РДТТ, полёт под углом 60…90° к горизонту) и маршевый (преимущественно горизонтальный полёт с использованием экономичного электрического двигателя).

Согласно проведённым расчётам, за время стартового режима 2 с. летательный аппарат достигает заданной высоты 160 м (заданная 150 м), при этом профиль скорости имеет вид наклонной прямой (работа стартового двигателя), переходящей в горизонтальную прямую (маршевый режим полёта) с некоторым заскоком. Для маршевого участка полёта принята средняя скорость 40 м/с, достаточная для выполнения задачи. Траектория стартового режима представляет собой направленную вниз ветвь параболы, имеющая экстремум на высоте порядка 160 м. От экстремума траектория имеет вид горизонтальной прямой.

Для проведения лётных испытаний беспилотного летательного аппарата с целью удешевления и упрощения процесса подготовки испытательный пусков необходимо применение по возможности доступного существующего твердотопливного двигателя. Двигатель должен соответствовать минимальным требованиям, предъявляемых к РДТТ серийных изделий. В качестве такого двигателя рассмотрим обладающий наиболее высокими характеристиками ракетомодельный двигатель РД-1-300, обладающий полным импульсом тяги порядка 300 Н·с. По нашему запросу от производителя получена таблица тяговых характеристик. Построен график тяги.

Произведён расчёт ускорения, скорости и высоты, на которую способен подняться БПЛА с указанным РДТТ. По данным расчёта построены графики скорости от времени, высоты от времени, проекций скорости на оси X, Y от времени. Отметим, что масса ЛА принята равной 6 кг.

Таким образом, двигатель работает порядка 2 секунд и выводит ЛА на высоту порядка 62 м. После летательный аппарат летит по инерции до высоты апогея порядка 160 м. В момент апогея горизонтальная скорость ЛА составляет порядка 47 м/с. Стартовая шашка покидает газовод, начинает работать маршевый электрический двигатель с внутриканальным вентилятором (импеллер) и начинается маршевый полёт.

Разработка методики оценки рисков человеческого фактора при возникновении аварийной ситуации в процессе пилотирования авиационной техники

Воронка Т.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ефремов А.В.
МАИ, Москва
tatyana.voronka8@mail.ru

В работе проведён анализ статистики лётных происшествий в период с 1980 по 2018 гг. По данным, приведённым в работах Межгосударственного авиационного комитета, авиационными властями Великобритании (IATA) и Международной авиационной транспортной ассоциацией, всего проанализировано более 1200 случаев. В разные временные интервалы статистика несколько отличается, однако, общие закономерности сохраняются. Наибольшее число лётных происшествий со смертельным исходом (примерно 42-46%) происходит на этапах захода на посадку и посадки, где процент аварий, связанных с ошибкой лётчика, составляет 62%. Основной причиной авиакатастроф является нестабилизированное движение по глиссаде, которое приводит к следующим типам событий: потеря управления, жестокая посадка, удар хвостом, выкатывание, посадка до полосы и др.

Таким образом, участие лётчика в процессе активного управления самолётом влечёт за собой определённый риск возникновения чрезвычайных обстоятельств. В ходе экспериментальных исследовании на пилотажном стенде МАИ предложена методика оценки риска, основанная на выявленной связи вероятности возникновения аварийной ситуации со средней оценкой по шкале Купера-Харпера PR. Согласно шкале PR = 10 соответствует случаю потери лётчиком управления, а, следовательно, и самолёта.

В работе представлена зависимость вероятности возникновения лётного происшествия от средней оценки пилотажных характеристик, построенная по биноминальному закону распределения. Из полученных результатов можем сделать вывод, в случае если пилотажные свойства принадлежат второму и, тем более третьему уровню, то вероятность возникновения катастрофической ситуации при ошибочных действиях лётчика высока. Только для первого уровня оценок её величина снижается до приемлемого уровня. Так при PR = 3,5 возможность достижения оценки PR = 10 (т.е. вероятность возникновения катастрофической ситуации) близка к 10^5. Это значение соответствует известным требованиям допустимой вероятности отказа системы управления в течение полёта самолётов 1 класса (манёвренных самолётов). Для самолётов гражданской авиации требования к безопасности полёта значительно более жёсткие. Они соответствуют допустимой величине вероятности отказа системы управления 10^9 на один час полёта. Если применить эти требования к лётчику, то учитывая полученную зависимость, ошибочные действия лётчика, которые не приведут к аварийной ситуации, требуют, чтобы пилотажные свойства самолёта характеризовались оценкой PR <2.

При возникновении аварийной ситуации, которая может вызвать ухудшение пилотажных свойств самолёта, вероятность возникновения катастрофической ситуации при ошибочных действиях лётчика возрастёт не только из-за возникающего ухудшения динамики самолёта, как указывалось выше, но и из-за того, что лётчик не успевает быстро адаптироваться. В этом нестационарном процессе адаптации лётчика пилотажные свойства могут деградировать существенным образом, что может привести к потере управляемости самолёта. Для этого случая разработана методика оценки риска возникновения происшествий, которая была проверена на пилотажном стенде МАИ.

Работа выполнена при поддержке Министерством науки и высшего образования в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по Соглашению RFMEFI61619X0117 на выполнение работ по теме: «Разработка методов и средств анализа поведения лётчика для оценки рисков человеческого фактора при создании средств автоматизации».

Исследование взлёта пассажирского самолёта по рекомендациям Airbus

Гришина А.Ю., Бикинеева А.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Маркин Н.Н.
МАИ, Москва
alegrish@icloud.com

Взлёт самолёта представляет собой сложный этап полёта, на котором происходит около трети авиационных происшествий. Наибольший риск для этапа взлёта создают отказы двигателя, обледенение крыла, нарушение балансировки, столкновение с птицами, взлёт на скорости, меньшей скорости сваливания, ошибки пилотирования. При выполнении взлёта следует постоянно учитывать возможность возникновения опасных ситуаций. Обязательным является расчёт прерванного и продолженного взлёта в случае отказа двигателя.

Предполётная подготовка включает определение взлётного веса, центровки самолёта, коэффициента сцепления в зависимости от состояния ВПП. По этим данным вычисляются скорость подъёма носовой стойки, скорость отрыва и критическая скорость принятия решения о взлёте в случае отказа двигателя.

Отказ двигателя определяется срабатыванием датчиков температуры, датчика «стружка в масле», потерей тяги и темпа набора скорости, разворотом в сторону отказавшего двигателя. Распознавание отказа двигателя экипаж должен осуществить за 1 секунду. Существенное изменение федерального авиационного регистра FAR представляет "Поправка 25-42", с требованием, чтобы дистанция прерванного взлёта включала две секунды продолженного ускорения после достижения скорости V1, прежде чем пилот предпримет какие-либо действия по остановке самолёта. Это изменение привело к увеличению дистанций прерванного взлёта.

В лётной практике увеличение дистанции прерванного взлёта обуславливается следующими обстоятельствами:

1. Выполнение разбега на номинальном режиме работы двигателя вместо взлётного режима;
2. Отказ от выруливания в начало взлётно-посадочной полосы;
3. Превышение силы торможения расчётного значения вследствие не расчётного обжатия основных стоек шасси, загрязнения взлётно-посадочной полосы.

Разработка регулятора для беспилотного летательного аппарата с использованием метода инкрементной нелинейной динамической инверсии

Дхиман Гаурав
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ефремов А.В.
МАИ, Москва
gd9617@mail.ru

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) представляют собой в настоящее время востребованное средство для решения разнообразных задач, например, таких, как патрулирование, доставка грузов, мониторинг состояния линий электропередач и трубопроводов, обеспечение операций по ликвидации природных и техногенных катастроф и т.п. Среди многообразия видов БПЛА значительную роль играют малоразмерные летательные аппараты самолётного типа. Имеются, однако, существенные ограничения на их применение, обусловленные воздействием на БПЛА неспокойного воздуха в приземных слоях атмосферы, типичных для эксплуатации ЛА этого класса.

Предлагается решать проблему расширения области допустимых условий эксплуатации для БПЛА рассматриваемого класса путём синтеза соответствующего закона управления его движением. При формировании такого закона, реализуемого системой автоматического управления БПЛА, требуется учитывать ряд факторов, осложняющих решение поставленной задачи. А именно, при решении задачи доставки сбрасываемых грузов с помощью БПЛА в момент сброса резко меняется положение центра масс ЛА и, следовательно, характеристики

его устойчивости. Традиционные ПИД-регуляторы в такой ситуации обладают ограниченными возможностями по парированию изменения центровки. При этом регуляторы данного вида малоэффективны также и для решения задачи парирования воздействия порывов ветра. Кроме того, использование ПИД-регуляторов требует наличия точной модели объекта управления, что возможно далеко не во всех случаях.

В качестве альтернативного варианта предлагается подход к синтезу законов управления движением БПЛА, основанный на методе нелинейной динамической инверсии (Nonlinear Dynamic Inversion — NDI), в котором используется линеаризация объекта управления обратной связью (Feedback Linearization). Данный подход позволяет получить закон управления нелинейным объектом, единый для всей области его функционирования. При этом, в отличие от варианта с ПИД-регулятором, отпадает необходимость решения задачи синтеза набора линейных законов управления и распределения их между частями области режимов функционирования БПЛА (Gain Scheduling). Однако NDI-регулятор, как и ПИД-регулятор, требует наличия точной модели движения БПЛА. Точность такой модели определяется, в первую очередь, точностью данных, описывающих аэродинамические характеристики ЛА. Получение такого рода данных для БПЛА обычно сопряжено со значительными затруднениями. По этой причине желательным является использование такого метода синтеза закона управления, который позволял бы использовать неточную модель движения БПЛА. Этому условию удовлетворяет инкрементный вариант NDI-подхода (Incremental Nonlinear Dynamic Inversion — INDI).

В проведённом исследовании был выполнен синтез и сравнение регуляторов с использованием методов NDI и INDI. Они были реализованы в среде Matlab-Simulink. Решались задачи формирования законов управления продольным и боковым движением малоразмерного БПЛА. Полученные результаты показывают, что INDI-регуляторы нечувствительны к неопределённостям в положении центра масс БПЛА и в его аэродинамических характеристиках. В то же время, ПИД-регуляторы и NDI-регуляторы в этой ситуации обладают очень ограниченной работоспособностью.

Дальнейшее развитие выполняемых исследований состоит в отработке полученных законов управления с учётом реальных условий эксплуатации БПЛА, а также выполнение моделирования с привлечением аппаратных средств, входящих в систему автоматического управления БПЛА.

К вопросу об управлении конвертируемым летательным аппаратом с винтомоторной силовой установкой

Емец Н.А., Гусельников А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Верещиков Д.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
yemets.n@bk.ru

Конвертируемые летательные аппараты (конвертопланы) обладают существенными преимуществами перед самолётами и вертолётами в части требований к условиям базирования, однако их широкое распространение ограничивается особенностями характеристик устойчивости и управляемости, которые могут быть улучшены только за счёт применения высокоавтоматизированных систем управления. Проблемы с устойчивостью и управляемостью конвертопланов связаны со следующим рядом особенностей:

• Значительным запаздыванием в создании управляющих сил и моментов винтомоторной силовой установкой;

• Наличием переходного между вертолётным и самолётным режима полёта;

• Необходимостью обеспечивать поворот двигателей с динамикой, соответствующей требованиям к пилотажным характеристикам конвертоплана.

Таким образом, важнейшим вопросом при оценке применимости различных технических решений при проектировании конвертопланов, является возможность обеспечения устойчивости и управляемости на всех режимах полёта и во всех возможных конфигурациях.

В силу широкого развития электроники, специальных программных средств, стендовой базы и достижений в теории управления представляется целесообразным создание серии натурных стендов, обладающих специфическими свойствами проектируемых конвертопланов, для практической отработки алгоритмов управления ими.

Анализ отечественной и зарубежной литературы, отражающей достижения в области управления конвертопланами, позволяет утверждать, что в основе всех применяемых или предлагаемых законов управления лежат традиционный алгоритмы с прямыми управляющими сигналами, охваченными обратными пропорциональными и дифференциальными обратными связями по кинематическим параметрам движения. Такая постановка вопроса предполагает решения задач структурной и параметрической оптимизации законов управления для различных режимов полёта. Выбор значений коэффициентов усиления в таких алгоритмах является весьма сложной задачей и результат её решения существенно зависит от структуры закона управления, режима полёта и конструктивных особенностей объекта управления.

В этой связи весьма перспективным представляется применение адаптивных законов управления, теоретические основы которых хорошо разработаны, а сами алгоритмы нашли применение в комплексных системах управления самолётов Су-30СМ, Як-130 и Су-35С. На начальном этапе работ авторы считают логичным путём имитационного моделирования обосновать возможность применения адаптивного алгоритма с эталонной моделью. Эталонной моделью может служить передаточная функция в виде звена 2-го порядка, обладающая приемлемыми с точки зрения управления, характеристиками переходного процесса.

Разработка алгоритмов функционирования новых типов рычагов управления и их интеграция с системой управления, построенной на базе принципа «обратная динамика» для подавления развития аварийной ситуации

Ефремов Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ефремов А.В.
МАИ, Москва
EugEfremov@gmail.com

Задачи синтеза системы управления и выбора типов рычагов управления для обеспечения наилучших пилотажных характеристик традиционно решались отдельно друг от друга. В настоящей работе предложено совместное решение этих задач: путём построения системы управления обеспечивается наилучшая динамика объекта управления и путём рационального выбора типа рычага управления осуществляется дополнительное улучшение пилотажных характеристик.

Система управления в работе построена на базе принципа «обратная динамика». По сравнению с традиционными обратными связями, предложенные алгоритмы системы управления позволили существенно трансформировать динамику объекта управления, приблизив её к интегрирующему звену в широком диапазоне частот, полностью развязать перекрёстные связи между каналами. Для реализации предложенного подхода необходимо решить несколько задач:

1) обеспечение устойчивости исходного объекта управления, путём введения обратных связей;

2) введение высокочастотных фильтров, которые увеличивают порядок знаменателя, т. к. в выражениях для фильтров «обратной динамики» порядок числителя больше.

Решение вышеуказанных задач позволило улучшить точность пилотирования в 2.3 раза по сравнению со случаем использования обратных связей по результатам проведённых серий экспериментальных исследований.

Ещё одной особенностью такого подхода является требование точного знание аэродинамики, без которого динамика объекта управления с системой управления, построенной на базе принципа «обратная динамика» ухудшается. Для подавления влияния этого фактора предложено ввести в систему управления интегральные законы, которые позволили добиться примерно той же точности, что и при точном знании аэродинамики.

Для полученного объекта управления была выполнена серия экспериментов на пилотажном стенде МАИ по влиянию типа рычага управления на характеристики системы лётчик-ЛА. Рассматривались центральный и боковой рычаги, для каждого из которых рассмотрены принципы формирования управляющего сигнала пропорционального их перемещению (рычаг типа DSC) и пропорционального усилиям, прикладываемым лётчиком к рычагам (рычаг типа FSC).

Показано, что переход от центрального рычага типа DSC к центральному рычагу типа FSC позволил улучшить точность пилотирования в 1.4 раз. Улучшение точности при таком переходе на боковом рычаге составляет 1.5 раз.

При сравнении между собой центрального и бокового рычагов, было выявлено, что для случая DSC все характеристики системы лётчик-ЛА практически остаются неизменными. Имеется малое улучшение точности. Для случая FSC, точность пилотирования при использовании боковой ручки улучшается в 1.2 раза. В этом случае (FSC) при управлении боковым рычагом лётчик вводит меньшее эквивалентное запаздывание на 0.18 секунд.

Работа выполнена при поддержке Министерством науки и высшего образования в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по Соглашению о предоставлении субсидии, уникальный идентификатор соглашения RFMEFI61619X0117 на выполнение работ по теме: «Разработка методов и средств анализа поведения лётчика для оценки рисков человеческого фактора при создании средств автоматизации».

Пути повышения надёжности электродистанционных систем управления самолётом

Заусаев Е.А., Солдатов Б.Д., Меркулов В.П.
Научный руководитель — Макаренко В.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
zausayev06@bk.ru

Наиболее высокий показатель в отношении надёжности имеет механическая система управления для которой существуют вполне достоверные сведения о функционировании в различных условиях эксплуатации в течение многих лет на обширном парке самолётов. На основе анализа статистики по аварийности, обусловленной отказами механической системы управления, выбран показатель надёжности в виде вероятности отказа на один час полёта. Полученный «эталон надёжности» послужил критерием для разработчиков систем дистанционного управления так как вполне логично полагать, что надёжность систем дистанционного управления, функционирующей в известных условиях эксплуатации, не должна быть ниже надёжности механической системы управления.

Исследования по оценке надёжности нерезервированного электрогидравлического канала систем дистанционного управления позволили определить, что вероятность его отказа на один час полёта существенно выше, чем у механической системы управления. Таким образом, применение резервирования явилось наиболее эффективной мерой повышения надёжности систем дистанционного управления.

4-х канальному резервированию подлежат линии связи между датчиками, вычислителями, блоками управления и контроля. Резервируется цифровая шина данных, распределительные устройства электрогидравлических рулевых приводов.

Ещё одним способом повышения надёжности системы управления в целом является применение резервного механического канала совместно с СДУ на самолётах Ту-160, Ту-204, Ан-148, А-320/330/340, F/A-18, «Tornado».

Повышение надёжности систем дистанционного управления может осуществляться применением следующих организационно-технических мероприятий:

• Применением во всех цифровых вычислителях, стоящих на борту самолёта микропроцессоров, созданных различными производителями;

• Использованием различных языков программирования для реализации одинаковых алгоритмов функционирования систем дистанционного управления;

• Привлечением различных изолированных коллективов программистов, создающих программное обеспечение для вычислителей.

Надёжность систем дистанционного управления повышается за счёт сравнительного анализа уровня резервированных сигналов, поступающих от одинаковых по назначению элементов (датчиков, вычислителей и т.п.). Сигнал, уровень которого существенно отличается от остальных, игнорируется и не используется в дальнейшем. Логика такого сравнительного анализа называется мажоритарной. Элемент, осуществляющий сравнение сигналов, называется «кворум-элементом», а процесс сравнения сигналов и отбрасывания неправильного — «кворумированием».

Список литературы:

1 Верещиков Д.В., Николаев С.В., Разуваев Д.В. Системы управления летательных аппаратов. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2018. 320 с.

2 Шумилов И.С. Системы управления рулями самолётов. М.: МГТУ им. Н.Е. Баумана, 2009. 469 с.

Возможности применения беспилотных авиационных комплексов в нефтегазовой отрасли

Клименко И.В.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
klimenkoivanvl@gmail.com

Сегодня компании нефтегазового сектора вынуждены вкладывать огромные денежные средства в вопросы обеспечения безопасности, надёжности и эффективности производства. На нынешнем уровне развития беспилотных летательных аппаратов их потенциал в снижении указанных выше производственных расходов поистине огромен. Широкий спектр возможностей, предоставляемых БПЛА, позволяет собирать огромные объёмы данных и затрачивать при этом меньше человеческих усилий, чем при сборе данных традиционными методами. К этим возможностям относятся разведка местности, геодезические съёмки, контроль за функционированием нефтяных объектов, мониторинг экологического состояния среды и др. Также следует понимать, что главную роль в получении пригодной для восприятия и анализа информации играет специализированное программное обеспечение. Именно оно позволяет точно и быстро обрабатывать «сырые» данные и эффективно включать их в существующие на предприятии информационные системы.

С помощью производимой дроном аэрофотосъёмки с последующим построением цифровой модели местности, проводится первичная геологоразведка и картографирование месторождений компьютерной программой. Это позволяет сократить стоимость и уменьшить сроки работ, при этом данные, предоставляемые дронами, точнее и информативней.

БПЛА могут совершать плановые полёты с целью контроля строительства нефтегазовых объектов, осмотра факельных установок и градирен, оценивания состояния труб и цистерн. Фотографии высокого разрешения позволяют в мельчайших деталях рассмотреть любой недочёт в ходе строительства и обнаружить неисправность оборудования. Регулярные полёты позволяют исключить проникновение на территорию посторонних лиц. Полёты вдоль нефте-

газопроводных магистралей на малой высоте исключают возможность незаконной врезки в трубопровод, а также позволяют обнаружить утечки нефти и газа на начальных стадиях.

Используя инфракрасные камеры, дроны способны собирать данные для оценки воздействия объектов отрасли на окружающую среду. Это достигается путём построения карт вегетационных индексов, которые отображают количество подверженной влиянию объектов добычи, транспортировки, хранения и переработки нефтепродуктов зелёной фотосинтезирующей биомассы. Собранные данные способствуют быстрому и грамотному принятию решений по устранению источников загрязнений и их последствий. Контроль и оценку рекультивационных мероприятий легко выполнить, совершив дополнительный полёт.

Как правило, каждая компания стремится содержать свою инфраструктуру в рабочем состоянии. Беспилотные авиационные комплексы отлично подходят для решения этой проблемы. Их содержание как альтернативы традиционным способам контроля и мониторинга помогает снизить затраты в десятки раз. С ростом вовлеченности беспилотных летательных аппаратов в нефтегазовую отрасль бизнес-модели нефтяных корпораций изменятся коренным образом, тем самым сформировав новые области для их использования.

Решение задачи многопараметрической оптимизации распределения аккумуляторных батарей в беспилотных летательных аппаратах для типового полётного задания

Козаренко А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Брусов В.С.
МАИ, Москва
kozarenko.aleksey@mail.ru

В работе рассматривается влияние расположения аккумуляторных батарей на лётно-технические и манёвренные характеристики малоразмерных беспилотных летательных аппаратов. В качестве типовых задач для беспилотных летательных аппаратов самолётного типа (далее — БЛА СТ) были рассмотрены задачи:

1) мониторинга протяжённых объектов, критерием оптимальности максимальная дальность крейсерского полёта, запас устойчивости аппарата, минимальный расход энергии на балансировку и сохранение скорости аппарата;
2) следования за подвижным объектом, критерием оптимальности максимальная энергоэффективность манёвра, минимальные время и радиус манёвра;
3) мониторинга площадных объектов, является сочетанием критериев для первой и второй задачи.

Рассматривались массогабаритные характеристики наиболее распространённых типоразмеров электрических литий-полимерных аккумуляторов (АКБ) ёмкостью от 650 мАч до 12000 мАч. Анализ проведён для типовых БЛА СТ аэродинамических схем: нормальной, утка, бесхвостка и летающее крыло.

Рассмотренные типовые схемы установки АКБ в БЛА СТ:

1) один аккумулятор большой ёмкости, расположенный вдоль строительной оси;
2) один аккумулятор большой ёмкости, расположенный поперёк строительной оси;
3) несколько аккумуляторов меньшей ёмкости, расположенные в крыле аппарата;
4) несколько аккумуляторов, расположенные в фюзеляже аппарата около центра масс;
5) несколько аккумуляторов, расположенные в фюзеляже аппарата распределённые по всей площади;
6) несколько аккумуляторов, расположенные в фюзеляже распределённые ближе к носовой и хвостовой части аппарата.

Была составлена матрица перебора схем, где каждой схеме БЛА СТ была сопоставлена каждая схеме расположения АКБ

Промежуточные результаты исследования показали, что для типовой задачи мониторинга протяжённых объектов при нормальной аэродинамической схеме, летающее крыло и схеме утка оптимум достигается при расположении нескольких АКБ меньшей ёмкости в крыле

аппарата, в фюзеляже в носовой и хвостовой частях, при схеме бесхвостка оптимум достигается при расположении нескольких АКБ меньшей ёмкости в крыле аппарата, в фюзеляже в носовой части. Для типовой задачи следования за подвижным объектом оптимум достигается при расположении АКБ между центром масс аппарата и центром давления, уменьшая степень статической устойчивости. В дальнейших исследованиях будут рассмотрены влияния переменных ветровых нагрузок.

Лабораторный комплекс для проведения работ в области систем управления и стендовой отработки алгоритмов ручного управления ЛА

Колбасов В.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чемоданов В.Б.
МАИ, Москва
vsvkolbasov@gmail.com

При выполнении работы была поставлена задача создать комплекс для проведения лабораторных работ по направлению системы автоматического управления, а также для отработки различных алгоритмов в области систем управления летательными аппаратами (ЛА), например, отладки алгоритмов директорного управления.

В состав комплекса включены: рабочее место оператора, органы управления и персональный компьютер (ПК). Рабочее место оператора состоит из кресло пилота и органов управления (ручка пилота и педали), размещённые на специальном каркасе, которые были взяты с серийно выпускавшегося истребителя, таким образом, чтобы процесс был максимально приближен к реальному.

Для проведения моделирования был собран персональный компьютер (ПК), укомплектованный с учётом требований, предъявляемых программным обеспечением, атак же обеспечивающий бесперебойное совместное функционирование среды динамического моделирования и системы имитации внешней внекабинной обстановки. В среде SimInTech набрана полная математическая модель пространственного движения самолёта, в которую после обработки АЦП поступают сигналы с датчиков, фиксирующих перемещение органов управления. После обработки они поступают на вход многофункционального индикатора (МФИ), так же реализованного в рамках пакета SimInTech. Далее будут подробно описаны составляющие комплекса.

Перемещения органов управления фиксируются с помощью потенциометрических датчиков и подаются на вход в программу SimInTech. Выбор аппаратной части был обусловлен задачами применения: комплекс должен быть недорогостоящим, обладать высокой надёжностью и быть простым в эксплуатации и ремонте. Так же, должна обеспечиваться высокая точность работы, поэтому потенциометрические датчики, были выбраны исходя из их достаточной точности, отсутствия дискретизации сигналов, долговечности, простоты замены в случае ремонта и планового обслуживания. ПК для стенда был подобран с учётом технических требований, предъявляемых программным обеспечением и с учётом мощностей, требуемых при проведения всех типов моделирования и отработки большого спектра задач.

Основным элементом программного обеспечения является среда динамического моделирования SimInTech. Именно в рамках данного в ней заложена математическая модель полного пространственного движения ЛА и система управления объектом, а также производятся все необходимые операции и вывод результатов работы модели на МФИ. Так же, среда SimInTech путём передачи данных через внутренний сервер позволяет наладить взаимодействие с другими программными пакетами, например, в систему имитации внешней внекабинной обстановки (СИВВО). Таким образом, это делает возможным совместить работу этих программ, не подключая дополнительных внешних устройств.

В ходе работы со стендом было подтверждено достижение поставленных задач, а именно: была достигнута высокая надёжность, продемонстрирована доступность элементной базы, а также возможность использования данного комплекса в рамках учебного процесса без затрат на предварительную высококвалифицированную подготовку оператора.

Оценка перспектив применения беспилотных летательных аппаратов в агропромышленном комплексе

Коробов А.С.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
Sandro71derzok@gmail.com

На сегодняшний день беспилотные летательные аппараты малой массы находят своё применение во многих отраслях народного хозяйства. Не является исключением и сельскохозяйственная отрасль. Для контроля за ростом и развитием посевов на место пилотируемой малой авиации, для многих фермеров финансово невыгодной, пришли автономные роботизированные комплексы, включающие в себя беспилотные летательные аппараты. В их задачи входят: аэрофотосъёмка, тепловизионная съёмка, лазерное сканирование, 3D моделирование рельефа и опрыскивание полей.

Аэрофотосъёмка вместе с 3D моделированием рельефа позволяют получать детальные ортофотопланы и извлекать оттуда точные данные о площади обрабатываемых полей, что является фундаментальной основой прогнозирования сезонной урожайности. Так, расхождение площадей между картой 70-80-х годов и актуальным состоянием может достигать 20%. Более того, пренебрежение этой ошибкой ведёт к перерасходу удобрений и пестицидов и превышению допускаемой концентрации химических веществ в почве.

Тепловизионная съёмка местности является основой в создании карты вегетационных индексов посевов сельскохозяйственных культур. Вегетационный индекс используется как показатель количества фотосинтезирующей биомассы. Карта позволяет обнаружить вспышки заражения растительности, область эрозии почвы, оценить качество высева и мелиоративных мероприятий.

Производимые с помощью дрона опрыскивание и внесение удобрений являются более эффективными по сравнению с традиционными методами. Это достигается путём дифференцированного внесения веществ. Современные БПЛА, используя карту вегетационных индексов, вносят удобрения дозированными порциями в соответствии с состоянием растительности данной области.

В настоящее время, на российском рынке сельскохозяйственные автономные роботизированные комплексы представлены фирмами ГЕОСКАН, Sovzond и ГЕОМИР. Эти компании предоставляют широкий спектр продукции с различными техническими характеристиками и вариантами полезной нагрузки, которая подойдёт как малым, так и большим фермерским хозяйствам. БПЛА имеют взлётную массу до 8,5 кг, дальность полёта до 210 км, время полёта до 3 часов, что в совокупности, обеспечивает площадь съёмки за один полёт в 2200 га.

Однако, использование БПЛА сопряжено с некоторыми трудностями. Наибольшая из них вызвана ФЗ №291 «О внесении изменений в воздушный кодекс Российской Федерации», в соответствии с которым все БПЛА со взлётной массой более 0,25 кг подлежат обязательной сертификации. Также обязательным является получение перед каждым вылетом разрешения на использование воздушного пространства у федерального агентства воздушного транспорта.

Таким образом, на фоне достижения предела развития традиционных методов, возможного при современном технологическом уровне, использование автономных роботизированных комплексов в сельском хозяйстве может совершить настоящий прорыв. БПЛА способны обеспечивать фермерские хозяйства актуальными сведениями о состоянии посевов, что делает их хорошим инструментом для ведения точного земледелия.

Список литературы:

1. Митрофанова О.А. Исследование пространственного распределения характеристик растительной массы по данным дистанционного зондирования: диссертация канд. техн. наук — Санкт-Петербург, 2019. — 106 с.

2. Как дроны преобразовывают сельское хозяйство. // Независимое издание RUSBASE. — М., 2016. [Элекронный ресурс] URL: http://rb.ru/list/agriculture-drones/ (дата обращения 17.12.2019).

3. Василин Н.Я. Беспилотные летательные аппараты. — Минск: поппури, 2017. — 272 с. (С. 5-7, 98-105).

О формировании требований к технической подготовке полётов беспилотных летательных аппаратов

Крылосова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Левшонков Н.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
irine.99@mail.ru

Беспилотные летательные аппараты (далее — БПЛА, беспилотники), представляющие собой летательные аппараты многоразового использования без экипажа, оснащённые двигателями, поднимающиеся в воздух за счёт аэродинамических сил, действующие в автономном режиме по программе или управляемые дистанционно операторами [1, с. 130], в последнее время стали стремительно развивающимся направлением авиационной техники, в связи с чем актуальной становится проблема законодательного регулирования правового статуса беспилотников.

Подготовка к полёту делится на документационную и эксплуатационную.

Техническая подготовка к полётам БПЛА должна учитывать погодные условия, особенности местности, на которой будут производиться полёты и характеристики самого беспилотника. В работе представлено рассмотрение технической части предполётной подготовки БПЛА.

Правила полётов БПЛА регламентирует ФЗ «Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации». Правила предусматривают обязательное получение разрешения на использование воздушного пространства БПЛА массой более 30 кг, согласовывание полёта с местными органами самоуправления. Также перед полётом необходимо запрашивать разрешение о месте и времени проведения полёта в центре организации воздушного движения. Полёт данного беспилотника должен проходить на высоте не более 5400 м.

Таким образом, чтобы реализовать полёт беспилотника на сегодняшний день необходимо провести ряд обязательных согласований с оперативными органами Единой системы организации воздушного движения. К сожалению, на сегодняшний день недостаточно законодательной базы для нормирования(регулирования) правила эксплуатации БПЛА (техническая предполётная подготовка; полёт; послеполётная подготовка), а также регламентные работы.

В работе предлагается рассмотрение обобщённой инструкции по технической подготовке к полётам беспилотных летательных аппаратов массой свыше 30 кг.

В ходе работы были предложены правила технической подготовки к эксплуатации БПЛА. БПЛА, весом 50 кг, включает в себя маршевый двигатель, имеющий шестьсот оборотов в минуту и восемь малых двигателей вертикального взлёта и посадки.

Список литературы:

1. Карякин В.В. Беспилотные летательные аппараты — новая реальность войны // Проблемы национальной стратегии. 2015. № 3. С. 130-145.

2. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ (ред. от 06.07.2016) // Собрание законодательства РФ. 1997. № 12. Ст. 1383.

3. Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации» (ред. от 12.07.2016) // Собрание законодательства РФ. 2010. № 14. Ст. 1649.

4. Макухин А.А. Законодательное регулирование правового статуса беспилотных летательных аппаратов// Научный вестник Крыма. 2017. №1(6). С. 17

Определение зон турбулентности ясного неба, связанной со струйным течением, влияющих на выполнение полётов для повышения безопасности полётов гражданских воздушных судов

Курбацкий Г.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Коваленко Г.В.
СПБГУ ГА, Санкт-Петербург
georgy9600@mail.ru

Ветер является важнейшим метеорологическим элементом в нижнем и в верхнем воздушном пространстве. Но в верхней тропосфере ветер более устойчив и его параметры зависят от атмосферной циркуляции. В этом пространстве, в зонах, разделяющих воздушные массы, формируются струйные течения (СТ), характеризующиеся большими скоростями на оси.

В зоне СТ отмечаются большие градиенты скорости ветра, способствующие формированию значительных горизонтальных и вертикальных сдвигов ветра и турбулентности ясного неба (ТЯН).

Риск попадания в ТЯН, вызывающую болтанку воздушного судна, значительно повышается на крейсерских эшелонах. Информация о местоположении таких зон и их характеристиках, а также о пространственно-временной изменчивости имеет большое значение для обеспечения безопасности полётов.

Увеличение концентрации двуокиси углерода в воздухе, вырубка лесов и поступления в атмосферу метана являются наиболее сильными катализаторами изменений в атмосфере. Эти факторы обуславливают изменение климата, усиливая парниковый эффект, следствием которого является повышение температуры на поверхности Земли и неравномерность распределения тепла с поднятием на высоту. Возникают температурные инверсии, которые препятствуют вертикальному перемешиванию воздуха, усиливая сдвиги ветра и создавая очаги турбулентности, не связанной с облачностью.

В связи с тем, что скорость ветра вдоль всей оси струйного течения неравномерна, возникают подвижные области с максимальной силой, имеющие эллиптическую форму. Область СТ с наибольшими ветрами приобретает очаговый характер, что приводит к неодинаковому распределению зон вертикальных сдвигов ветра, вызывающих болтанку воздушного судна.

Во время исследований в реальных условиях были обнаружены мезонеоднородности поля ветра в СТ. Представляющие собой чередование «ядер» с минимальными и максимальными значениями скорости ветра неоднородности могут иметь протяжённость по горизонтали от нескольких до десятков километров, а по вертикали их значение варьируется от сотен метров до двух километров.

Значительная повторяемость и повышенная интенсивность болтанки связана прежде всего со сдвигами, характерными для СТ, которые обуславливают непрерывное видоизменение кинетической энергии потока в энергию пульсаций ветра. Самая сильная турбулентность наблюдается на циклонической части СТ. А в ясном безоблачном небе особенно интенсивна турбулентность вблизи изгибов СТ.

В зоне повышенной скорости ветра пульсации по вертикали и горизонтали могут достигать нескольких метров в секунду, а размер вихря превышать значения в сотни метров.

До 50% всех случаев повторяемости ТЯН приходится на холодную часть СТ, в зоне между фронтом и тропопаузой, в связи с тем, что этой области характерны наибольшие сдвиги ветра. При небольшой скорости ветра или совпадении оси СТ с тропопаузой максимальная повторяемость достигается над тропопаузой.

При полётах на высотах, близких к потолку ВС, и ограниченном запасе скорости может возникнуть потеря устойчивости, управляемости, выход на критические углы атаки и нарушение прочности ВС за счёт износа отдельных узлов самолёта. При невозможности выдерживания высоты, курса и скорости полёта вследствие попадания в зону умеренной или сильной турбулентности, экипаж обязан сообщить об этом органу ОВД для получения

дальнейших указаний о продолжении полёта, смене эшелона или возврате на аэродром вылета или посадке на запасном аэродроме.

Попадание гражданских ВС в турбулентность представляет значительные проблемы для безопасности и нагрузки на экипаж ВС. Поэтому для предупреждения инцидентов, связанных с ТЯН, каждый экипаж обязан сделать доклад о попадании в зону турбулентности. Далее доклады передаются органам ОрВД, а также в органы метеослежения для осуществления метеообеспечения на маршрутах полётов, составления и распространения предупреждений экипажам для предотвращения попадания в ТЯН воздушных судов, выполняющих полёты в данном районе.

Точный прогноз необходим для планирования полётов и оптимизации движения. Одной из задач ОрВД является повышение пропускной способности системы ОВД, в том числе, за счёт сокращения интервалов вертикального эшелонирования при полётах в воздушном пространстве с RVSM и горизонтальных интервалов при выполнении полётов в Североатлантическом (NAT) воздушном пространстве, где действуют требования к минимальным навигационным характеристикам (MNPS), определяют жёсткие требования к точности прогноза максимального ветра и СТ. Для достижения такой точности прогнозирования необходимо использование большого количества информации о ТЯН.

Список литературы:

1. Липин А.В., Ключников Ю.И. Зональная навигация с применением навигационных характеристик: учебное пособие. — Саратов: Вузовское образование, 2017. — 150 с. ISBN 978-5-4487-0041-5.

2. Наровлянский Г.Я. Авиационная климатология. — Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1968. — 268 с.

3. Trends in Atmospheric Carbon Dioxide // ESRL Global Monitoring Division, 2019. [Электронный ресурс]: https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/.

Разработка и исследование динамической структуры бесплатформенной аналитической головки самонаведения

Максимова П.И.
АО «КБП», Тула
apolona@bk.ru

Рассматривается возможность использования жёсткой радиолокационной бесплатформенной аналитической головки самонаведения для наведения высокоскоростной малогабаритной вращающейся по крену зенитной ракеты по методу пропорциональной навигации. Разработана динамическая структура головки самонаведения, особенностями которой являются:

• Отсутствие системы гиростабилизации;

• Вычисление вектора ориентации ракеты на основе интегрирования в реальном масштабе времени дифференциальных кинематических уравнений в параметрах кватерниона по данным с малогабаритных датчиков угловой скорости;

• Восстановление углов линии визирования ракета-цель по измеренным углам пеленга цели и вычисленным углам ориентации;

определение угловых скоростей линии визирования ракета-цель для реализации метода пропорциональной навигации в виде оценок с фильтра Калмана, который учитывает кинематику относительного движения ракеты и цели;

реализация режима экстраполяции ранее полученных оценок координат в условиях возможного срыва сопровождения цели (при выходе за границу зоны пеленгации).

Разработанная структура радиолокационной бесплатформенной аналитической головки самонаведения обеспечивает развязку измеренных координат пеленга от колебаний корпуса ракеты и получение сигналов угловой скорости для самонаведения ракеты с необходимой точностью.

В соответствии с разрабатываемой динамической структурой сформированы математическая модель и цифровая программа моделирования. Обоснован метод интегрирования кватерниона и частоты измерения и обработки координат. Выработаны требования к динамическим параметрам головки самонаведения, приведены результаты моделирования.

Разработка рекомендаций по повышению топливной эффективности самолёта транспортной категории путём оптимизации режимов набора высоты

Наумов А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ермаков А.Л.
МГТУ ГА, Домодедово
anton.naumov.dmd@mail.ru

Расход топлива у самолётов является одним из важнейших показателей, определяющих эффективность их эксплуатации. При прочих равных условиях более низкий расход топлива у самолёта означает меньшие издержки для авиакомпаний, эксплуатирующих данный тип самолёта.

Эксплуатация самолёта всегда ухудшает показатель топливной эффективности, и это ухудшение может доходить до двух и более раз по сравнению с первоначальным значением расхода топлива.

Задача оптимизации режима набора высоты с минимальным расходом топлива может быть сведена к минимизации энергетических частей топлива.

Расчётная модель, рассматриваемая в данной статье, для достижения оптимизации режима набора высоты использует модифицированный энергетический метод определения экономического режима набора высоты [1].

Модифицированный энергетический метод используется в научных и проектных исследованиях из-за объективных преимуществ в виде наглядности и простоты применения.

В основе метода лежат энергетические параметры, характеризующие изменение уровня полной энергии ВС. Вводятся следующие энергетические параметры: энергетическая высота — удельная механическая энергия, энергетическое топливо — топливо, расходуемое на изменение полной энергии системы при наборе высоты.

Для нахождения программы набора высоты определяются значения подынтегральных функций функционала модифицированного энергетического метода и подбирается программа полёта удобная для пилотирования, которая находится вблизи минимальных значений топливного функционала, и которая не выходит за рамки эксплуатационно-технических ограничений.

Объектом исследования является самолёт транспортной категории Ту-154. Выбор самолёта Ту-154 обусловлен наличием и доступностью необходимых сведений о ВС, а также большим использованием в сфере пассажирских и грузовых перевозок гражданской авиации в СССР и России.

В качестве исходных данных для исследования были использованы [2]:

1. Аэродинамические поляры самолёта.
2. Высотно-скоростные характеристики двигателя.
3. Весовые и геометрические характеристики самолёта.

Для автоматизации процесса поиска минимального значения подынтегральной функции модифицированного метода была написана программа на языке Си++, которая помимо выполнения расчёта, выводит минимальные значения в отдельный файл.

Программная реализация модифицированного энергетического метода осуществляется с помощью программного обеспечения Visual Studio 2017 и фреймворка Qt с подключаемой библиотекой QCustomPlot.

В ходе анализа результатов расчёта и сравнения с программой, предложенной в руководстве по лётной эксплуатации путём подбора выбрана программа вблизи минимумов подынтегральной функции.

Программа минимального расхода топлива находится до энергетической высоты 8000 м, вблизи приборной скорости 570, а при энергетической высоте более 8000 м приборная скорость равна 518 км/ч.

В ходе сравнения выбранной программы набора высоты и принятой в руководстве по лётной эксплуатации было выявлено, что использование рассчитанного в данной работе режима набора высоты обеспечивает уменьшение расхода топлива на рейс на 76 кг по сравнению с экономической программой руководства по лётной эксплуатации.

С точки зрения простоты набора высоты, а также экономии авиатоплива на основании выше изложенных причин целесообразно применять рассчитанную модифицированным энергетическим методом программу.

Список литературы:

1. Скрипниченко С.Ю. Теоретические основы повышения экономичности полёта. -М.: Издание ГосНИИ ГА, 2005, 368 с.

2. Лигум Т.И., Скрипниченко С.Ю., Шишмарев А.В. Аэродинамика самолёта Ту-154Б — М.: Транспорт, 1985. — 263 с.

Поведение летательных аппаратов на предельных режимах полёта

Пашков С.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Харченко В.К.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
pashkov@mail.ru

Мировая статистика лётной эксплуатации самолётов свидетельствует о том, что более половины авиационных аварий и катастроф происходит по причине «человеческого фактора», определяющего вероятность принятия неверного или нелогичного решения в конкретной ситуации. В ряде случаев действия лётчика (членов экипажа) приводят к выходу параметров движения самолёта за установленные ограничения в силу ошибок или недооценки ситуации. Может случится так, что на фоне отказов и неисправностей, слабой информационной осведомлённости, скоротечности развития событий, недружественного информационно-управляющего поля кабины действия лётчика могут оказаться неадекватными с точки зрения парирования аварийной ситуации.

Решение проблемы снижения влияния «человеческого фактора» представляется весьма актуальным как для гражданской, так и для военной авиации. Существует и реализуется несколько путей решения этого вопроса:

• в организационно-управленческой области (отработка руководств, методик, инструкций с формулированием надёжных ограничений параметров полёта и способов их реализации);

• в области повышения качества подготовки авиационных специалистов (главным образом, лётного состава);

• в области расширения диапазона параметров, при которых реализуется безопасная эксплуатация самолётов;

• в области создания эффективных систем, обеспечивающих автоматическое предупреждение развития аварийных ситуаций.

В конструкции систем управления самолётов нашли применение элементы, препятствующие созданию лётчиком управляющих воздействий, способных вывести самолёт за пределы установленных ограничений. Кроме того, в вычислителях СДУ и КСУ применяются эффективные алгоритмы, предотвращающие развитие аварийных ситуаций при ошибочных действиях лётчика. В связи с этим нашёл применение термин «Защита режимов полёта» и появились системы ограничительных сигналов и ограничители предельных режимов.

Согласно сложившимся в настоящий момент взглядами и требованиям нормативных документов режимы полёта летательного аппарата делятся на три области:

• Эксплуатационную область, определяемую значениями скорости, высоты полёта, перегрузки, угла атаки и другими параметрами движения, допустимыми в массовой эксплуатации;

• Основную область, располагаемую внутри эксплуатационной области и определяемую такими значениями параметров движения, которые необходимы для выполнения основных задач, возлагаемых на летательный аппарат, включая взлёт и посадку;

• Предельную область, которая располагается вне эксплуатационной и определяется такими значениями параметров движения, достижение которых недопустимо по условиям безопасности полёта.

Значения параметров движения в предельной области устанавливаются в виде ограничений, накладываемых на лётную эксплуатацию (эксплуатационных ограничений) с учётом некоторого запаса, служащего гарантией невыхода за эти ограничения.

Таким образом, под предельными режимами полёта следует понимать такие режимы, которые характеризуются параметрами, выходящими за пределы установленных ограничений и являются недопустимыми по условиям безопасности полёта.

Список литературы:

1. Верещиков Д.В., Николаев С.В., Разуваев Д.В. Системы управления летательных аппаратов. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2018. 320 с.

2. Шумилов И.С. Системы управления рулями самолётов. М.: МГТУ им. Н.Е. Баумана, 2009. 469 с.

Разработка алгоритма функционирования средств автоматизации для предотвращения возникновения и развития аварийных ситуаций в условиях ветровых возмущений, предусматривающего использование новых типов интерфейсов

Прохоренко П.А., Воронка Т.В.
Научный руководитель — к.т.н. Тяглик М.С.
МАИ, Москва
Polina182015@icloud.com

По данным ИКАО до 80 % всех авиационных происшествий и катастроф связаны с человеческим фактором. Наибольшее число лётных происшествий со смертельным исходом (примерно 42-46%) происходит на этапах захода на посадку и посадки, хотя эти этапы полёта является наименее продолжительным и составляет примерно 2-4% от общей продолжительности полёта. Именно на этом участке полёта лётчик активно участвует в управлении.

Основная часть происшествий связана с жёсткой посадкой, выкатыванием с полосы, посадкой до полосы, удар хвостом. Причиной всех этих происшествий является нестабилизированное движение по глиссаде, т.е. неудовлетворительное управление лётчиком на этом участке полёта. Условиями, приводящими к нестабилизированной посадке, являются начальные отклонения от глиссады и ветровые возмущения, преимущественно сдвиг ветра.

В этих условиях требования повышения безопасности в основном сводятся к усилению автоматизации различных этапов полёта, приводящему, к замене ручного автоматическим режимом управления. В случае возникновения отказа в автоматической системе и требующей перехода на ручное управление процесс её развития может усугубиться в связи с тем, что лётчику необходимо войти в процесс пилотирования и адаптироваться в течение определённого времени. Вариабельность действий лётчика, его вероятные ошибки на начальном этапе включения в контур могут привести к развитию неустойчивых процессов. В этой связи представляется целесообразным идти по другому пути автоматизации, построенному по принципу создания для лётчика «комфортных» для него условий

пилотирования. К ним относятся наилучшая динамика объекта управления, обеспечивающая наипростейший характер действий лётчика, и так называемые «дружественные» интерфейсы — средства отображения визуальной информации, не провоцирующие на неправильные действия, более того, корректирующие его действия при деградации свойств замкнутой системы. В этой связи актуальным является создание интеллектуальных средств поддержки действий экипажа при попадании в сдвиг ветра для парирования негативных явлений.

В работе разработанная система отображения прогнозной индикации включающая новые алгоритмы компенсации негативных явлений, связанных со сдвигом ветра на этапе посадки гражданского самолёта. Выбор параметров перспективной системы отображения информации в работе осуществляется путём экспериментально-теоретического подхода к исследованию системы самолёт-лётчик, в которой выбор параметров системы отображения информации, осуществляется в результате минимизации дисперсии сигнала ошибки, определяющего точность выполнения целевой задачи.

Экспериментальные исследования, проведённые на пилотажном стенде МАИ для задачи посадки гражданского самолёта с учётом сдвига ветра, показали высокую эффективность разработанной системы отображения прогнозной индикации, включающей новые алгоритмы парирования последствий воздействия ветровых возмущений. Точность выполнения задач посадки при использовании индикации увеличивается до 3-4 раз, что исключает возникновение нестабилизированной посадки, приводящей к жёсткой посадке, выкатыванию с полосы, посадки до полосы или удар хвостом.

Работа выполнена при поддержке Министерством науки и высшего образования в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по Соглашению о предоставлении субсидии, уникальный идентификатор соглашения RFMEFI61619X0117 на выполнение работ по теме: «Разработка методов и средств анализа поведения лётчика для оценки рисков человеческого фактора при создании средств автоматизации».

Обзор технических решений в области построения ограничителей предельных режимов самолётов военного назначения

Семенов М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Верещиков Д.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
cem_1998@bk.ru

Предотвращение выхода самолётов за пределы установленных ограничений существенно повышает безопасность полётов и эффективность их применения по целевому назначению. Как показывает практика, наиболее важным является обеспечить контроль за текущими значениями угла атаки и нормальной перегрузки. Эта задача решается различными способами, сущность и эффективность применения которых определяются аэродинамическими свойствами, конструктивными особенностями самолёта и его системы управления.

Весьма полезным с точки зрения предотвращения сваливания (превышения допустимого угла атаки) является проявление «срывного бафтинга», приводящего к ощутимой тряске самолёта, воспринимаемой лётчиком в виде естественного признака приближения к критическому режиму. В таком случае, если такая тряска начинается при углах атаки, близких к допустимым, то активная деятельность лётчика, направленная на прекращение дальнейшего увеличения угла атаки является вполне оправданной и своевременной.

Современные самолёты, имеющие интегральную аэродинамическую компоновку, отличаются тем, что «срывной бафтинг» у них происходит в результате генерации двух мощных вихрей, сходящих с наплывов крыла, и повышающих несущие свойства. Углы атаки, при которых начинается тряска, существенно меньше допустимых значений, а, следовательно, если лётчик отреагирует на эту тряску прекращением увеличения угла атаки, то не использует всех располагаемых манёвренных возможностей самолёта. Именно для таких самолётов

появилась необходимость применения ограничителей предельных режимов, активно вмешивающихся в процесс управления самолётом для предотвращения его выхода за допустимое значение угла атаки. Принцип работы таких ограничителей, разработанных для самолётов МиГ-29 и Су-27, отличался друг от друга в связи с принципиальным отличием систем управления.

Система ограничительных сигналов самолёта МиГ-29 обеспечивает отталкивание ручки управления самолётом «от себя» при подходе к допустимому значению угла атаки. Отталкивание ручки управления происходит штоком гидромеханического устройства, величина «выхода» штока которого зависит от числа М полёта.

В ограничителе предельных режимов Су-27 предусмотрено подключение в проводку управления дополнительного пружинного загружателя, усилие которого воспринимается лётчиком как «упор» при перемещении ручки управления «на себя». Кроме того, с помощью электрогидравлической рулевой машины организуются вибрации ручки управления, характерные для наступления «срывного бафтинга».

Самолёты с высокоавтоматизированными комплексными системами управления оснащаются астатическими ограничителями. Логика их работы заключается в том, что лётчик может отклонять ручку управления в кабине как ему угодно, а специальный алгоритм формирует мажоритарный сигнал на рулевой привод аэродинамического руля для его отклонения таким образом, чтобы самолёт не выходи за пределы установленного ограничения. При этом, в случае максимального («на себя» или «от себя») отклонения ручки управления самолёт «не выпускается» за максимальное или минимальное значения угла атаки или нормальной перегрузки.

Полуавтоматическое управления полётом современных самолётов

Старцев М.А., Уваров И.А., Постников В.В.
Научный руководитель — Макаренко В.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
m.startsev.2020@bk.ru

При полуавтоматическом управлении лётчик, отклоняя командный рычаг по крену и тангажу вслед за директорными планками на командно-пилотажного прибора, выполняет роль исполнительного устройства, отслеживающего сигнал управления системы автоматического управления (усилительного звена).

При полуавтоматическом управлении лётчик, отклоняя командный рычаг, реализует весь конструктивно возможный диапазон отклонения рулевых поверхностей. Это даёт возможность полностью реализовать манёвренные свойства самолёта. При автоматическом управлении полётом системе автоматического управления доверяется не полный диапазон отклонения рулей в целях обеспечения отказобезопасности, что естественно, ограничивает располагаемые манёвренные возможности.

При полуавтоматическом режиме обеспечивается значительно большая по сравнению с ручным точность траекторного управления, степень которой слабо зависит от квалификации лётчика. Безусловно, это утверждение справедливо лишь в том случае, если лётчик качественно отслеживает положение директорных планок путём перемещения командного рычага, что чаще всего возможно лишь на относительно коротких по времени участках полёта.

Высокая концентрация внимания лётчика на положении директорных планок существенно увеличивает время распознавания отказов, неисправностей и ухудшает контроль за окружающей обстановкой и другими кинематическими параметрами движения самолёта (скорость, высота и т.п.).

Таким образом, полуавтоматическое (директорное) управление целесообразно использовать на тех этапах полёта, на которых требуется высокая точность управления траекторией и разгрузка лётчика от логической обработки большого количества информации. Применение полуавтоматического режима оправдано в тех случаях, когда требуются большие

скорости и диапазоны отклонения рулевых поверхностей, а вероятность опасного отказа исполнительных устройств (рулевых агрегатов) САУ высока.

Список литературы:

1 Верещиков Д.В., Николаев С.В., Разуваев Д.В. Системы управления летательных аппаратов. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2018. 320 с.

2 Шумилов И.С. Системы управления рулями самолётов. М.: МГТУ им. Н.Е. Баумана, 2009. 469 с.

Применение обучения с подкреплением в задачах управления динамическими системами

Стрельников А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Тюменцев Ю.В.
МАИ, Москва
alexstr22@gmail.com

Одна из наиболее серьёзных проблем авиационной техники в настоящее время — это создание роботизированных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), обладающих высокой степенью автономности («самостоятельности») при решении ими различных целевых задач в разнообразных условиях. Решение этой проблемы существенно осложняется тем, что соответствующие модели и алгоритмы приходится формировать при наличии многочисленных и разнородных неопределённостей, таких, в частности, как неполное и неточное знание характеристик и свойств моделируемого объекта (управляемой динамической системы), а также условий, в которых данный объект будет действовать. Один из многообещающих подходов к проектированию роботизированных систем, включая БПЛА, основан на привлечении методов и средств искусственного интеллекта (ИИ), активно развиваемых и внедряемых в практику в настоящее время. Современные исследования и разработки в области ИИ основаны, в первую очередь, на методах машинного обучения, в частности, на методах нейросетевого обучения [1,2]. Применительно к высокоавтономным БПЛА перспективным представляется использование обучения с подкреплением [3–6] в его современной трактовке, которая предполагает привлечение идей глубокого обучения. Методы данной области ИИ фокусируются на обучении системы-агента в заданной внешней среде для получения определённого результата. Таким образом, задача обучения с подкреплением предполагает наличие некого агента, способного каким-либо образом воздействовать на среду и получать информацию о её состоянии. Целью обучения с подкреплением является обучение агента способу максимизировать значение получаемой им награды, которая выдаётся агенту по совершении определённых действий, приводящих в итоге к достижению заданной цели управления. Одной из проблем обучения с подкреплением является поиск оптимальной стратегии в условиях очень большого числа возможных состояний системы. Существующие алгоритмы не всегда позволяют найти оптимальную стратегию или требуют для её нахождения недопустимо большого промежутка времени. Это обстоятельство вызывает необходимость дальнейшего развития и совершенствования методов обучения с подкреплением с учётом специфики задачи управления БПЛА. В соответствии с этим, основной целью данной работы является адаптация метода обучения с подкреплением с точки зрения возможности использования для решения проблемы управления БПЛА при наличии факторов неопределённости в свойствах этого аппарата и в среде. В работе производится сравнительный анализ алгоритмов управления, полученных как с использованием средств традиционного вида, так и с использованием нейросетевого подхода. Сопоставление соответствующих алгоритмов осуществляется с использованием задачи управления посадкой возвращаемой первой ступени ракеты-носителя. В данной задаче цель состоит в поддержании вертикального положения ступени во время посадки, т.е. речь идёт об угловом управлении объекта в условиях неопределённости, задаваемой как внешнее воздействие на систему. Вектор состояний состоит из шести вещественных переменных, описывающих положение первой ступени. Выходом спроектированной системы управления является управляющий

сигнал для двигательной установки системы стабилизации и ориентации первой ступени. Результаты проведённых вычислительных экспериментов демонстрируют эффективность обучения с подкреплением при решении задачи управления динамической системой в условиях неопределённости.

Список литературы:

1. Хайкин С. Нейронные сети: Полный курс: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2006. — 1104 с.

2. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение: Пер. с англ. — ДМК Пресс,2018 — 652 с.

3. Саттон Р., Барто А. Обучение с подкреплением: Пер. с англ. — М.: БИНОМ.Лаборатория знаний, 2014. — 402 с.

4. Omidvar O.M., Elliott D.L. Neural systems for control: Elsevier, 1997.

5. Arulkumaran K., Deisenrot M.P., Brundage M., Bharath A.A. A brief survey of deep reinforcement learning //arXiv preprint, arXiv: 1708.05866. — 2017. — 16 pp.

6. Егорчев М.В., Козлов Д.С., Тюменцев Ю.В., Чернышев А.В. Нейросетевые полуэмпирические модели управляемых динамических систем // Вестник информационных и компьютерных технологий. — 2013, № 9. — С. 3–10.

Исследование влияния балансировочных потерь на расход топлива

Стрельникова И.И., Нкение Диеу
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Маркин Н.Н.
МАИ, Москва
irzhik.str@gmail.com

В настоящее время пассажирское авиастроение получило большое развитие. Одновременно по всему миру в воздухе находятся тысячи летательных аппаратов, подавляющее большинство которых — пассажирские. В связи с этим появилась потребность создать самолёт как можно более больший по пассажировместимости. Рекордсменом по этому параметру является англо-французский Airbus A380.

Airbus A380-крупнейший в мире пассажирский авиалайнер, широкофюзеляжный самолёт производства Airbus. Летом 2017 года компания Airbus заявила о разработке новой модификации самого большого в мире пассажирского самолёта A380. В новой модификации должны были возрасти эксплуатационные характеристики, а общие расходы на строительство должны сократиться. Главный плюс нового самолёта то, что он сможет размещать пассажиров больше, чем предыдущая модель (примерно на 80 человек), а стоимость станет на 13 процентов меньше.

В новой модификации будет изменена конструкция крыла, что приведёт к уменьшению расхода топлива на 4 процента. Для поддержания дальности полёта с более эффективным обслуживанием и эксплуатационной надёжностью будет увеличена максимальная взлётная масса.

В работе было рассмотрено влияния потерь на балансировку на расход топлива. Существует различные причины, приводящие к потере на балансировку, таких как не симметрии тяги боковых двигателей, не симметрии выпуска или уборки закрылков не симметрии в размахе крыльев, не симметрии расположения топлива в топливных боков на крыле

В установившемся движении самолёта необходимо, чтобы все силы и моменты, действующие на самолёт, были взаимно уравновешены — сбалансированы. Масса самолёта напрямую зависит от расхода топлива в полёте, в связи с этим, топливные баки располагают вблизи центра масс самолёта (в районе центроплана).

В полёте самолёт имеет только одну опору, крыло. Центр тяжести самолёта обычно располагается на 15-35% от длины САХ (средней аэродинамической хорды) и находится в точке приложения аэродинамических сил крыла. В воздухе на самолёт действуют две силы: аэродинамические и массовые. AIRBUS A380 имеет на каждом полукрыле 7 топливных боков при расходе топлива в этих боков во время полёта может оказать значительных влияние на балансировку самолёта.

При проектировании А380 размах крыльев был ограничен эксплуатацией аэропорта. В связи с такими ограничениями соотношение сторон составило 7.8, что является довольно низким показателем. Для уменьшения наведённого лобовое сопротивление соотношение сторон самолёта обычно держится как можно выше. Следовательно, для самолётов с более высоким соотношением сторон индуцированное лобовое сопротивление (подъёмная сила) меньше.

Для достижения того же эффекта А380 использует ограждения на концах крыльев для уменьшения индуцированного сопротивления. С увеличением скорости уменьшается индуцированное сопротивление, а паразитное сопротивление начинает доминировать над производимым сопротивлением.

Также необходимо обратить внимание на то что при увеличении значения числа Рейнольдса (Re) значение C(f) уменьшается, следовательно, крупное крыло приведёт к более низкому коэффициенту трения. Преимуществом А380 с точки зрения сопротивления является его размер. Поскольку самолёт очень большой, числа Рейнольдса, появляющиеся на крыле, больше. При увеличении значения числа Рейнольдса (Re) значение C(f) уменьшается, следовательно, чем крупнее крыло, тем ниже коэффициент трения. Но несмотря на это общее сопротивление трения все ещё может увеличиваться с увеличением размера крыла.

Список литературы:

1. Бочкарев А.Ф. Аэромеханика самолёта. Динамика полёта М.: Машиностроение, 1985. —357 с: ил.

2. Бобродобро [Электронный ресурс] / Доступ свободный, заглавие с экрана / URL: https://tran.bobrodobro.ru/41368 (Дата обращения: 04.02.2020)

3. [Электронный ресурс] / URL: https://mylektsii.ru/1-79865.html (Дата обращения: 24.01.2020)

4. Авиационная энциклопедия «Уголок неба» [Электронный ресурс] / Доступ свободный, заглавие с экрана / URL: http://www.airwar.ru/enc/aliner/a380plus.html (Дата обращения: 20.01.2020)

Оценка темпа нарастания температуры тормоза при пробеге самолёта после посадки

Суетин И.О.
Научный руководитель — Безуглов В.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
ecklesiastilya@yandex.ru

Пробег самолёта после посадки представляет собой процесс управляемого рассеяния кинетической энергии. Рассеяние энергии на пробеге летательного аппарата (ЛА), происходит вследствие действия силы аэродинамического сопротивления, силы торможения колёс, силы сопротивления тормозного парашюта или реверса тяги.

Кинетическая энергия, поглощённая тормозами колёс, обуславливает их нагрев. Превышение допустимой температуры тормозов свыше 400-6000 С приводит к резкому уменьшению коэффициента трения между фрикционными элементами и к уменьшению тормозного момента. Высокие температуры нагрева тормозов нежелательны и с точки зрения готовности самолёта к повторному вылету.

С точки зрения физики протекаемых в тормозе процессов, имеет место явление нестационарной теплопроводности в изотропных средах. Для оценки темпа нарастания температуры тормоза приняты следующие допущения.

Во-первых, реальный тормоз схематизирован в удобный для анализа вид, предусматривающий одномерное температурное поле, замену имеющихся фрикционных пар подвижных и неподвижных дисков тормоза одной с приведёнными толщинами, мгновенный подвод теплоты по контакту фрикционной пары. Материал подвижных и неподвижных дисков принимается одинаковым, с усреднёнными относительно реальных физическими свойствами. Во-вторых, не учитывался сток теплоты, связанный с протеканием конвективных

процессов, а также контактное тепловое сопротивление из-за неровностей соприкасающихся поверхностей.

Таким образом, в результате моделирования пробега истребителя после посадки, с учётом принятых допущений, с момента торможения до достижения тормозом своей максимальной температуры проходит около 25 минут. Данный результат согласуется с нормативной технической документацией в части контроля состояния и степени нагрева колёс ЛА после посадки. Для самолётов оперативно-тактической авиации контроль состояния термосвидетелей на внутренней реборде основного колеса следует производить не ранее, чем через 20 минут после заруливания и выключения двигателей.

Вычислительные техники в высоко надёжной посадке, основанной на обработке визуальной информации ЛА

Хайдаров Д.Р., Хайруллин А.Р., Тахтамышев И
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Левшонков Н.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
dayan.khaidarov@mail.ru

Посадка это одна из наиболее опасных операций при использовании управляемых беспилотных ЛА. Даже ЛА, который имеет возможность автономного взлёта, набора высоты, полёта и посадки обычно требует человеческого пилотирования в финальном походе и посадке. Одна из причин это то, что существующая система автопилота сильно опирается на GPS, который не является надёжным решением для посадки. GPS датчик периодически теряет сигнал в зоне интенсивного воздушного движения и плох для вычисления высоты над землёй.

Обработка визуальной информации может быть доступным и надёжным решением для высоко надёжной автономной посадки, и многие исследователи изучают посадку на основе обработки визуальной информации с различных точек зрения. Для посадки, основанной на цели они предположили, что единичная визуальная цель видима на любой фазе посадки, но это обычно не является таковым. Обзор цели на высокой высоте загорожен на некоторой высоте, когда аппарат снижается и садится, в связи с тем, что цель слишком большая для съёмки камерой. Этот подход представляет опасность, особенно, когда цель мобильная. Наш алгоритм имеет дело со случаем, когда система видит единичную цель, несколько целей и не видит целей. Так же, когда несколько целей доступны, возможно объединение нескольких измерений, вместо того, чтобы игнорировать некоторые из них. Другая идея — решение окклюзии (избавление от помех), это предсказывание динамики цели и направления камеры по направлению к предсказанной локации цели, чтобы избавиться от окклюзии.

В этой работе мы исследовали посадку, основанную на обработке визуальной информации в трёх эксплуатационных сценариях. Первая и наиболее предпочтительная ситуация для автономной посадки, когда установленная пользователем вертолётная посадочная площадка доступна для автономной посадки. В этом случае мы подготовили различные предпочтительные визуальные цели. Так же, проблема окклюзии описана в этой части и решена размещением нескольких визуальных целей. Мы представили новый алгоритм для слежения за целью, такой как встроенная цель. И все-таки установка новой посадочной площадки имеет затраты по времени. В некоторых случаях, БЛА требуется совершить посадку на какие-нибудь произвольные посадочные площадки, где отчётливая визуальная цель может быть недоступна на любой из посадочных фаз. Это второй случай исследования. Мы предложили алгоритм, который может определять цель из окклюзированных изображений и следить за нею. Третий случай — это самый сложный из сценариев. В случае аварийной ситуации, такой как отказ двигателя, потеря GPS, или предполагаемая посадочная локация имеет проблемы, БЛА должен выбрать подходящую альтернативную локацию для посадки, которая не будет иметь какие-либо внятные визуальные цели. В третьем случае, мы исследовали систему, которая совершает посадку при недоступном GPS в неподготовленной области.

В результате представлены три метода посадки при использовании визуального распознавания образов, которые имеют дело с номинальными и не номинальными операционными сценариями. Ключевой фактор всех методов — это то, что они все объединяли с техниками фильтрации и делали возможным вычисление состояний цели. Ошибка ковариации, вычисленная во время этих техник весомый критерий, для суждения о безопасности выполнения манёвра. Симуляционные и экспериментальные результаты вместе подтверждают предложенную методологию.

Список литературы:

1. Faessler M., Fontana, Forster C., Mueggler E., Pizzoli M. and Scaramuzza D. (2015). Autonomous, vision-based flight and live dense 3d mapping with quadrotor micro aerial vehicle. Journal of Field Robotics, n/a-n/a. doi:10.1002/rob.21581.

2. Jakob M., Semsch E., Pavlicek D. and Pechoucek M. (2010). Occlusion-aware milti-uav surveillance of multiple urban areas. In 6th Workshop on Agents in Traffic and Transportation (ATT 2010), 59-66. Citesser.

3. Lee D., Ryan T. and Kim H.J. (2012). Autonomous landing of a vtol fav on moving platform using image-based visual serving. In Robotics and Automation (ICRA), 2012 IEEE International Conference on, 971—976. IEEE

Посадка беспилотного летательного аппарата на произвольную известную цель

Хайруллин А.Р., Хайдаров Д.Р., Тахтамышев И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Левшонков Н.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
aibrubin@mail.ru

Данный метод основан на точечном фильтре, который успешно выполняет посадку на произвольной известной цели. Существуют методы, когда мы можем выбрать положение посадки и установить новую визуальную цель, но это не всегда выполнимое решение, и тогда возникает необходимость использования существующей посадочной площадки. В таком случае, распознаваемая цель, не будет доступна на всей фазе. Для примера, стандартная посадочная площадка в форме H, которая имеет только вертикальное/горизонтальное ребро, когда аппарат приближается к цели при посадке. Здесь мы используем процесс сопоставления с нормализированной взаимной корреляцией (NCC) для распознавания и вычисления посадочного положения из некоторых окклюзированных бортовых изображений и задействовании фреймворка точечного фильтра, для совмещения измерений, полученных при процессе сопоставления.

Обнаружение объекта состоит из двух главных алгоритмов — предположение объекта, используя «контурные деревья — contour trees» и процесс сопоставления с нормализированной взаимной корреляцией (NCC). Предположение объекта уменьшает стоимость вычислений ограничивая области изображений детально обработанных. Для исследования был выбран метод «контура», потому что длина дуги контура легко комбинируется с масштабами, а ложноположительные предположения объекта могут быть отклонены при использовании его. Так же, метод основанный на «контуре» работает с изображениями в цветовом режиме «оттенки серого». Поскольку много существующих БЛА снабжены только черно-белой камерой, «контурный» метод имеет преимущество в реализации. Ограничивающие рамки контуров, которые «сдают» размерный тест в дальнейшем обработанные процессом сопоставления.

Процесс сопоставления ищет маленькие накладки шаблона поверх исходного изображения при помощи метода скользящего окна (упрощение массива). Здесь размер окна соответствует размеру шаблона, и нормализированная взаимная корреляция вычислена для каждого положения. Нормализированная взаимная корреляция может быть отрицательной, но в этом алгоритме, используются измерения с положительными значениями нормализированной взаимной корреляцией.

Результатами процесса сопоставления являются карты нормализованной взаимной корреляции. Порог установлен до значения нормализованной взаимной корреляции, и только положения, чьи значения НВК за пределами порога, хранятся и отправляются в точечный фильтр (фракционный).

Секция №1.3 Проектирование, конструирование и технология производства ЛА

Проектирование блоков питания с переменным уровнем давления

Акименко В.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Волков А.А.
МАИ, Москва
vasya.akimenko@yandex.ru

Для повышения эффективности гидрогазовых систем летательных аппаратов необходимо выполнять блоки питания с переменным уровнем давления, зависящим от режима нагрузки исполнительных механизмов. Другим направлением совершенствования гидросистемы летательного аппарата является использование форсированных и дефорсированных режимов работы, в том числе и выполнение блоков питания с режимами разгрузки по давлению и расходу.

Целью данной работы является исследование режимов разгрузки блоков питания, определение тепловыделений в системе и выбор их конструктивных параметров, обеспечивающих повышение энергетической эффективности гидросистемы летательного аппарата.

В данной работе были рассмотрены схемы двух типовых систем разгрузки одного из насосов на режиме малых подач. Первая схема разгрузки приемлема для систем, в которых давление изменяется с любой скоростью. Переход разгружаемого насоса на штатный режим работы с номинальным, или форсированным давлением происходит при подаче неразгружаемого насоса близкой к максимальной. Отсутствие переключающих устройств позволяет рассматривать данную систему регулирования аналогичной традиционной с наличием дополнительных связей в регуляторе насоса, что приводит к снижению давления нулевой подачи к минимальному (давление слива). Во второй схеме разгрузки требуется применение переключающих и логических устройств, обеспечивающих переход регулятора из дифференциально -дроссельного режима работы в непосредственно прямое регулирование. Давление нулевой подачи в этом случае снижается в 4…5 раз. Проведено имитационное моделирование блоков питания с системой разгрузки, соответствующих данным двум схемам.

Данные результаты могут быть применены на ранних стадиях проектирования блоков питания с переменным уровнем работы и помогут выбрать конструктивные и гидродинамические параметры системы регулирования насоса с разгрузкой по расходу и давлению.

Разработка классификации преобразователя энергии для гибридной силовой установки

Алексеева О.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Болдырев А.В.
Самарский университет, Самара
olga_z_inina@mail.ru

Выделены три основания для последующего деления гибридных силовых установок: энергоноситель, преобразователь и движитель. Фактически они представляют собой принципиальную схему работы силовой установки.

Энергоноситель представляет вещество, которое содержится в специализированных баках, соответствующих каждому виду: топливо, аккумулятор, топливный элемент.

Преобразователь энергии разделён на топливный элемент, тепловую машину, электрический двигатель и аккумулятор. Детальное описание полученных делений не произведено, так как в дальнейшем было принято решение, что деление преобразователя

энергии по данному критерию не соответствует поставленной задачи и неполно отражает онтологию проектной области.

Движитель служит для преобразования полученной в цикле работы в полезную работу передвижения. В движителе механическая энергия, равная работе цикла, преобразуется в полезную работу передвижения летательного аппарата.

Для детальной классификации гибридных силовых установок было принято решение разделить преобразователь не по конкретным элементам, преобразующим энергию, а по видам этой энергии. То есть энергоноситель мы представим как источник химической энергии, так как топливо, либо аккумулятор и топливный элемент служат носителями химической энергии. Представим полученную классификацию преобразователя энергии с последующим детальным описанием каждого ветвления.

Нумерация полученных видов преобразования энергии произведена сквозная для наибольшего удобства последующего использования в создании классификации. Так же в блоках 2.1 – 2.5 представлены начальные энергии и конечные, полученные после всех преобразований. Промежуточные тепловые и прочие преобразования не учтены в схеме, так как наиболее важными моментами в представленной классификации являются именно начальные и конечные энергии. В категории 2 (преобразователь) показаны процессы перехода одного вида энергии в другой для разных элементов.

2.1 — преобразование химической энергии в электрическую энергию. В этом случае текущую функцию выполняют такие элементы, как аккумуляторные батареи и топливный элемент.

2.2 — преобразование химической энергии в механическую энергию первого вида. Именно здесь применяется тепловая машина. Происходит преобразование располагаемой энергии топлива (химической) в работу движителя.

2.3 — преобразование механической энергии первого вида в механическую энергию второго вида. Иными словами, механическая энергия, полученная на прошлом этапе 2.2, переходит в работу передвижения летательного аппарата.

2.4 — преобразование механической энергии первого типа в электрическую энергию. То есть механическая энергия, полученная на прошлом этапе 2.2, переходит полностью в электрическую энергию. Например, для вращения винта.

2.5 — преобразование электрической энергии в механическую энергию второго вида. В текущем блоке электрическая энергия непосредственно переходит в работу передвижения летательного аппарата.

На следующем этапе следует объединить принципиальную схему силовой установки и полученную классификация преобразователя для последующего описания силовых установок.

Теперь представим известные силовые установки в виде возможных комбинаций ветвлений основных трёх блоков.

1. Турбовинтовой двигатель: топливо + преобразование вида 2.2 + преобразование вида 2.3 — движение летательного аппарата;

2. Электрическая силовая установка: аккумулятор + преобразование вида 2.1 + преобразование вида 2.5 — движение летательного аппарата;

3. Гибридная силовая установка: топливо + аккумулятор + преобразователь + движитель — движение летательного аппарата.

Можно увидеть, что по такой схеме невозможно в полной мере классифицировать виды гибридных силовых установок. Так как доля топлива и аккумуляторных батарей у всех гибридов может быть разной. Так же есть множество комбинаций в блоках преобразователя и движителя. Поэтому дальнейшая классификация гибридной силовой установки будет проведена по комбинации типов преобразования энергии.

К вопросу обеспечения сверхзвуковой крейсерской скорости истребителя

Андронов Е.В.
Научный руководитель — Безуглов В.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
savojevgeny@yandex.ru

Сверхзвуковой крейсерский полёт является одним из требований, предъявляемых к истребителю пятого поколения. Обладание данным свойством обеспечивает значительное тактическое преимущество при противоборстве в воздухе.

В соответствии с уравнением существования летательного аппарата, для достижения заданного набора свойств и характеристик летательного аппарата следует затратить определённую массу, величина которой соответствует уровню научного, технического и технологического развития производителя.

Состояние современной отечественной разработки и производства авиационных двигателей, особенно для нужд военной авиации, оставляет желать много лучшего. В связи со сложившейся ситуации, представляет интерес возможность удовлетворения требованию сверхзвукового крейсерского полёта при включении в состав силовой установки самолёта серийных отечественных авиадвигателей.

Очевидно, что для увеличения крейсерской скорости полёта при той же силовой установке, требуется снизить массу гипотетического летательного аппарата (ЛА). На основе решения уравнения существования ЛА, на примере серийного самолёта Су-27, оснащённого двумя АЛ-31Ф, при сохранении дальности и продолжительности полёта как у прототипа, получен следующий результат: достигнута скорость сверхзвукового крейсерского полёта на высоте 11 км, соответствующая числу M=1,08. При этом пришлось снизить массу целевой нагрузки на 35%, что привело в свою очередь к снижению максимальной взлётной массы на 30%.

Полученные результаты хорошо согласуются с авиастроительной практикой. Отсутствие нового двигателя не свернуло программу по созданию истребителя пятого поколения. Данное негативное обстоятельство было парировано мероприятиями по снижению относительной массы конструкции ЛА, повышением эффективности прицельных систем и авиационного вооружения.

Таким образом, комплексный подход в совершенствовании всех систем ЛА позволяет минимизировать последствия разрыва в развитии какой-либо одной из них.

Топологическое оптимизация кронштейна навески гермостворки транспортного самолёта

Аразвелиев Б.Т., Сельцов Е.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Дмитриенко Г.В.
ИАТУ УлГТУ, Ульяновск
bataratir94@yandex.ru

В течение нескольких последних десятилетий мировая промышленность находится в состоянии постоянных изменений, обусловленных появлением новых и развитием существующих производственных и вычислительных технологий, появлением возможности анализировать и передавать большие объёмы данных с помощью сети интернет. Все эти процессы являются составными частями глобального явления, которое принято называть четвертой промышленной революцией. Четвертая промышленная революция, согласно анализу ведущих мировых экспертов, коснётся практически всех сфер жизни человечества и приведёт к существенным изменениям в мировой экономике и в социальной сфере. Не является исключением и инженерно-конструкторская область, где, благодаря развитию вычислительных технологий, и вычислительных мощностей, а также появлению новых производственных технологий происходит постепенная смена парадигмы проектирования конструкций. Теперь, наряду с опытом генерального конструктора, все большее значение при

проектировании конструкций приобретает владение наукоёмкими инженерными технологиями.

Для того чтобы проектируемые изделия были востребованы на рынке, их эксплуатационные характеристики должны быть не хуже аналогичных характеристик промышленных изделий ведущих мировых производителей. Снижение массы конструкции летательного аппарата является ключевой задачей, от успешного выполнения которой определяющим образом зависит его лётно-технические и эксплуатационные качества. Эффективность конструкции с точки зрения затрат материала, которую может обеспечить традиционный подход, имеет определённый предел, который в настоящее время достигнут. Дальнейшее повышение их «весового совершенства» должно основываться на использовании принципиально новой технологии проектирования — топологической оптимизации — когда рациональная передача усилий в конструкции закладывается уже на этапе синтеза силовой схемы. В комплексе с последними достижениями в сфере «цифрового» производства, она позволит получить изделия с уникальными характеристиками. Таким образом, важнейшей становится проблема проектирования конструкции под заданные критерии качества.

В данной работе в качестве объекта рассмотрена средняя часть фюзеляжа транспортного самолёта. Работа посвящена разработке методики оптимального проектирования конструкции кронштейна навески герметичной створки, основанной на использовании мировых достижений в области математического моделирования и оптимизации.

В рамках работы был произведён конструктивно-технологический анализ конструкции среднего отсека фюзеляжа транспортного самолёта. Разработан алгоритм топологической оптимизации на основе метода скользящих асимптот. Алгоритм протестирован на модельной задаче, кронштейна навески гермостворки. Предложена методика оптимального проектирования конструкции, ядром основой которой является математическое моделирование, а также структурная и параметрическая оптимизация.

Список литературы:

1. Баничук Н.В. Введение в оптимизацию конструкций / Н. В. Баничук — М.: Наука, 1986. — 303 с.

2. Баничук Н.В. Динамика конструкций. Анализ и оптимизация / Н. В. Баничук, С. Ю. Иванова, А. В. Шаранюк — М.: Наука, 1989. — 264 с.

3. Баничук Н.В. Оптимизация форм упругих тел / Н.В. Баничук — М.: Наука, 1980. — 256 с.

4. Ендогур А.И. Проектирование авиационных конструкций. Проектирование конструкций деталей и узлов: Учебное пособие. — М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009. — 540 с.: ил.

5. Прагер В. Основы теории оптимального проектирования конструкций / В. Прагер — М.: Мир, 1977 — 110 с.

К вопросу общих требований к системе тепловой защиты скоростного ЛА и ограничений при разработке методики формирования её облика

Аронов Д.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Клягин В.А.
МАИ, Москва
mitia.partizan@yandex.ru

Типовой облик летательного аппарата, выполняющего длительный крейсерский полёт с большими сверхзвуковыми скоростями, представляет собой совокупность проектных решений для восприятия как длительных тепловых потоков, так и их предельных забросов на режимах разгона. В соответствии с этим можно определить ряд требований к рациональному построению системы тепловой защиты такого ЛА:

• Работоспособность во всем диапазоне высот и скоростей полёта аппарата по типовым и наиболее теплонагруженным профилям полёта;

• Использование в составе системы активных и пассивных средств восприятия тепловых потоков;

• Глубокая интеграция системы в планер и силовую установку ЛА;

• Минимальная масса при оптимальной стоимости;

• Максимальный учёт созданного НТЗ по тематике.

С точки зрения методики формирования облика системы тепловой защиты, данные требования приводят к значительной степени инвариантности возможных технических решений. При этом задача размещения на летательном аппарате элементов проектируемой системы заключается в определении располагаемых объёмов для установки и позиционирования элементов в условиях наличия компоновочных, массо-геометрических и концептуальных ограничений. В качестве подобных ограничений и допущений при разработке методики могут рассматриваться:

• Постоянство теоретических обводов ЛА с неизменной объёмной, конструктивной и аэродинамической компоновкой;

• Формализация некоторых геометрических особенностей ЛА в виде аналитических зависимостей, на основе которых в общую модель функционирования системы вводятся поправочные коэффициенты;

• Разделение объёма аппарата на составные «ячейки, выходящие на теоретический контур с неизменной границей и местоположением;

• Задание для каждой «ячейки» постоянного допустимого уровня тепловых притоков.

• Использование в расчётах только наиболее теплонагруженного профиля полёта;

• Использование типовых расчётных «сценариев», определяющих применяемые частные модели тепломассообмена и расчётные формулы.

Такой подход к разработке методики формирования облика системы тепловой защиты позволит ограничить область возможных вариантов построения системы с учётом её значительной комплексности.

Определение облика планирующей парашютной системы как средства управления дальностью

Арувелли С.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Долгов О.С.
МАИ, Москва
saruvelli@gmail.com

Планирующие парашютные системы широко используются в настоящее время в высокоточных авиационных системах доставки грузов и в составе различных авиационных систем. Возможность планирующего полёта и высокие манёвренные характеристики выделяют парашюты такого типа по сравнению с другими для целей точной доставки полезной нагрузки.

Существует широкий круг прикладных задач, которые затрагивает проблема управления дальностью:

• Беспосадочная доставка грузов в труднодоступные районы авиационным носителем;

• Увеличение дальности носителя с электрической силовой установкой и аккумуляторами в качестве источника энергии за счёт уменьшения массы во время полёта;

• Спасение частей носителя с приземлением в заданную точку с помощью аварийных систем спасения.

Один из путей решения задачи управления дальностью связан с применением планирующих парашютных систем. Облик планирующей парашютной системы влияет на траекторию носителя над полигонами сброса грузов, на дальность доставки грузов носителями и на «последнюю милю», осуществляемую непосредственно парашютной системой.

Определение облика парашютной системы с учётом специфики управления дальностью является актуальной задачей, решение которой позволит увеличить эффективность авиационных транспортных систем.

В результате работы:

• Разработана методика определения облика планирующей парашютной системы для решения задач управления дальностью и доставки полезной нагрузки массой до 1000 кг в заданную точку, охватывающая широкий круг прикладных задач: доставка грузов в труднодоступные районы, увеличение дальности полёта электрических самолётов путём десантирования аккумуляторов, аварийное десантирование объектов;

• Сформулирована проблема десантирования и аварийного сброса аккумуляторов электрического самолёта на планирующих парашютных системах;

• Решена актуальная прикладная задача в части увеличения дальности полёта электрических самолётов: задача определения облика планирующей парашютной системы для десантирования аккумуляторов электрических самолётов;

• Разработана математическая модель расчёта оптимизируемых характеристик планирующей парашютной системы, адаптированная к оптимизационным расчётам, использован многокритериальный генетический алгоритм оптимизации в смешанно целочисленной постановке задачи оптимизации.

Проектирование и постройка самолёта с электрической силовой установкой

Балясный К.В.
ЭМЗ им. Мясищева, Москва
balyasnyi.k.v@gmail.com

В качестве одного из основных направлений создания перспективных коммерческих ЛА рассматривается постепенный переход к использованию гибридных и полностью электрических силовых установок. Появляется новый объект исследований — летательные аппараты с электрической силовой установкой (ЛА ЭСУ). Оснащение ЛА ЭСУ приводит к изменению высотно-скоростных характеристик винтомоторной группы, массово-инерционных, лётно-технических и динамических характеристик, транспортной эффективности и др. свойств и качеств ЛА.

Объектом исследования является лёгкий самолёт с ЭСУ, в котором используется электрический двигатель с воздушным винтом, контроллер и аккумуляторные батареи (АКБ). Рассматриваются варианты использования гибридной силовой установки, подзарядки АКБ от солнечных батарей и генератора на базе двигателя внутреннего сгорания.

Целью исследования является оценка взаимного влияния ЭСУ и самолёта, сравнение теоретических расчётов с данными полученными во время лётных испытаний.

Разрабатывается методика оптимизации лётно-технических и динамических характеристик лёгкого самолёта с ЭСУ, анализируется возможности снижения стоимости лётного часа.

Данная экспериментальная работа по лёгкому самолёту с ЭСУ способствует формированию научного задела и накоплению опыта для использования в разработке транспортных и пассажирских ЛА более тяжёлого класса и большей пассажировместимостью.

По имеющимся оценкам, крупные авиа- и двигателестроительные компании принимают решение приступить к производству гибридного двигателя. Существующие в настоящее время технологии пока не позволяют построить полностью электрический пассажирский самолёт, и для текущих условий более эффективный способ — применение гибридных электрических СУ.

Обеспечение максимальных функциональных свойств антенны БРЛС за счёт рационального формообразования обтекателя

Барабанов А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Серебрянский С.А.
МАИ, Москва
barabanovav@outlook.com

Тенденции развития современной авиационной техники военного назначения диктуют высокие требования к обеспечению сверхмалой радиолокационной заметности самолёта. В настоящий момент в РФ и за рубежом созданы малозаметные авиационные комплексы такие как Су-57, F-22, F-35, J-20, для которых основной упор делается на обеспечении сверхмалой радиолокационной заметности в передней полусфере и малой в боковой и задней. Согласно открытым источникам уже ведутся работы по созданию перспективных АК нового поколения, где одной из отличительных особенностей является всеракурсная малая радиолокационная заметность. Для эффективного противодействия таким летательным аппаратам необходимо создание средств радиолокационного обнаружения нового поколения, с реализацией более высокого уровня потенциальных характеристик и точности пеленгации, что является серьёзной задачей для всей приборостроительной промышленности РФ.

Однако обеспечение потенциальных и точностных свойств БРЛС самолёта является не только задачей разработки аппаратной и программной частей РЛС, но и задачей рационального формообразования радиопрозрачного обтекателя антенны. Наряду с совершенством аппаратной части станции, на дальность обнаружения цели с заданной ЭПР существенно влияют радиотехнические характеристики (РТХ) радиопрозрачного обтекателя (РПО), такие как коэффициент пропускания (КП) и угловая ошибка пеленга (ОП). Так уменьшение КП на 0,1 сокращает на ~10% дальность обнаружения РЛС, а увеличение ОП на 10` приводит к ошибке точности пеленга в несколько километров на удалении обнаружения БРЛС.

Равномерным распределением РТХ обладают, как правило, РПО образованные телом вращения и обладающие максимальными значениями угла наклона касательной (раскрыва конуса) и выпуклости криво-образующей. Однако увеличение данных параметров для достижения максимальных РТХ РПО приводит к существенному росту аэродинамического сопротивления носовой части самолёта и тем самым оказывает значительное влияние на лётно-технические характеристики ЛА в целом.

Таким образом, вопрос рационального формообразования РПО с целью реализации максимальных потенциальных характеристик антенны должен рассматриваться в комплексе с решением задачи минимизации сопротивления РПО.

Оптимальное формообразование РПО позволит реализовать комплекс требований к радиолокационному комплексу самолёта и выполнить требования к ЛТХ.

Оптимизация силовой схемы и отдельных элементов крыла с учётом выраженной анизотропии свойств полимерных композиционных материалов

Барановски С.В.
Научный руководитель — к.т.н. Михайловский К.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
serg1750@mail.ru

Потребность в современных надёжных самолётах приводит к тому, что разработчики ищут новые пути усовершенствования конструкции. Одним из возможных вариантов решения могут служить композиционные материалы, которые в частности позволяют снизить вес без потери работоспособности. В свою очередь, их явно выраженная анизотропия свойств может позволить получить изделия с характеристиками, превосходящие существующие. Для повышения прочностных, аэроупругих и весовых характеристик крыла, удовлетворения ограничений по флаттеру и устойчивости могут применятся два перспективных направления

структурной оптимизации крыла — криволинейные силовые элементы и направленная укладка волокон в слоях, которые рассматриваются в данной работе.

Исследования проводятся для стреловидного крыла со спрямлённым участком, несимметричным аэродинамическим профилем размахом 35 м. пассажирского самолёта. В качестве нагрузок используется распределённое давление от скоростного напора воздуха для трёх углов атаки (0°, +11°, –7°), вес двигателя (масса 2400 кг), масса топлива (20000 кг), собственный вес конструкции. Основной конструкционный материал ¬– углепластик.

При рассмотрении конструктивно-силовой схемы рассматривались криволинейные силовые элементы — по три формы лонжеронов (передний и задний), девять форм стрингеров, три типа нервюр (с различной кривизной). Данные элементы сравнивались с традиционными прямолинейными. Общее количество вариантов конструктивно-силовых схем составило 252.

Определение направления укладок волокон в слоях осуществлялось несколькими методами — разделением на зоны и на основе анализа действия нормальных напряжений и распределения давления.

При зонном методе определения рассматривалось два способа — послойный и посекционный. Общее количество расчётных случаев превышало 90 тысяч.

В результате приведённых расчётов получены данные по напряжённо-деформированному состоянию. На основе анализа полученных данных выбраны оптимальная конструктивно-силовая схема, элементы которой имеют кривизну, определены направления выкладки волокон в слоях. Установлено преимущество полученных структурно оптимизированных конструкций над исходными традиционными вариантами. Данная часть работы является начальным этапом исследований в области структурной оптимизации элементов крыла из полимерных композиционных материалов с учётом явно выраженной анизотропии свойств.

Проектирование беспилотного летательного аппарата средней и большой дальности полёта

Беляцкий М.С., Гришин В.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агаев Р.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
mbelyatskiy@yandex.ru

Первое в истории задокументированное применение беспилотных летательных аппаратов произошло в 1849 году при бомбардировки Венеции. И не смотря на то, что эффективность бомбардировки была незначительна, это не ослабило интереса к проектированию БпЛА.

В настоящее время популярность применения беспилотных летательных аппаратов только растёт, особенно это связанно с необходимостью решения военных задач, таких как тактическая разведка, управление войсками и доставка к месту ведения боевых действий вооружения.

В связи с тем, что беспилотные летательные аппараты быстро набирают популярность, они могут сделать прорыв в мире коммерции, решая такие задачи как: мониторинг объектов производственной инфраструктуры, сельскохозяйственных и лесных угодий, распыление химических реагентов в сельскохозяйственных целях, геофизическая аэросъёмка, аэрофото- и видеосъёмка, аэрокартография.

Нельзя так же упустить из виду, весомые преимущества, которыми обладают беспилотные летательные аппараты, а именно:

- БпЛА на порядок дешевле пилотируемого самолёта.
- Отсутствие пилота на борту существенно снижает затраты на выполнение задания.
- Отсутствие потерь лётного состава.
- Возможность применения в сложных погодных условиях и в условиях риска аварии для аппарата
- Способность применять вооружение на большие расстояния и на различных высотах.
- Сбор достоверной разведывательной информации в короткие сроки.

Целью является проектирование беспилотного летательного аппарата для ведения разведки, но исходя из заявленной целевой нагрузки, а также высокой дальности и продолжительности полёта, проектируемый БпЛА способен выполнять следующие задачи:

• Применение авиационных средств поражения по наземным и воздушным целям;
• Патрулирование территории на больших высотах;
• Доставка грузов на большие расстояния;
• Проведение поисково-спасательных операций;

Для выполнения поставленных задач необходимо спроектировать БпЛА с более высокой экономичностью топлива, с высоким аэродинамическим качеством и малой заметностью. Основные тактико-технические характеристики, предъявляемы к проектируемому БпЛА были получены на основе анализа ранее разработанных образцов авиационной техники [1]:

• Нагрузка целевая –2500 кг.
• Число М полёта крейсерское — 0,6.
• Высота полёта — 10 км.
• Дальность полёта — 6000 км.
• Взлётная масса — 25000 кг.

Путём анализа тяговых характеристик существующих авиационных двигателей производится подбор двигателя, способного обеспечить необходимую тягу силовой установки. На проектируемом БпЛА планируется установка двигателя со следующими техническими характеристиками:

• Сухая масса двигателя — 1530 кг.
• Взлётная тяга — 125 кН.
• Удельный расход топлива — 0,075 кг/(Н*ч).
• Применяемое топливо Т-1, ТС-1, РТ;

Конечным этапом разработки БпЛА является создание его 3D модели, при помощи которой появляется возможность качественно оценить аэродинамическую компоновку летательного аппарата, так же это поможет решить вопросы с размещением оборудования, вооружения на борту БпЛА. С целью определения влияния внешней среды в условиях полёта, модель спроектированного БпЛА будет помещена в программную среду ANSYS, в которой путём создания искусственной аэродинамической трубы, сетки, необходимой для приближения условий полёта к внешним, производятся аэродинамические расчёты, исходя из которых появляется возможность определения критические точки и давление на фюзеляж.

Проделанная работа по проектированию беспилотного летательного аппарата, включающая расчёт всех его параметров, определение компоновки, подбор силовой установки и оборудования, позволила создать внешний облик БпЛА. При размещении на борту БпЛА довольно современного оборудования и перспективной аппаратуры на земле, боевой авиационный комплекс БпЛА сможет выполнять большой перечень задач, в различных условиях.

Список литературы:

1. Выбор основных параметров самолёта. Учебное пособие. — Воронеж: ВУНЦ ВВС, 2012. 125 с. 2. Основы устройства, проектирования, конструирования и производства летательных аппаратов. / Под редакцией Н.С. Голубева и Ю.И. Янкевича. М.: МАИ, 2005. 283 с.

Влияние распределения воздуха во входных каналах теплообменного аппарата на результаты расчёта

Бирлов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Скиданов С.Н.
МАИ, Москва
i.birlov@gmail.com

Распределение воздуха во входных каналах по горячему и холодному контурам теплообменного аппарата имеет значительное влияние на результаты конечного расчёта в части значения температуры воздуха на выходе из горячего контура теплообменного аппарата.

Распределение воздуха в горячем контуре можно принять равномерным и постоянным во время штатного режима работы системы, за исключением моментов включения системы или изменения источников сжатого воздуха. Для этих моментов характерно кратковременное и значительное изменение расхода воздуха в горячем контуре теплообменного аппарата.

В продувочном контуре теплообменного аппарата расход воздуха меняется в зависимости от режимов работы двигателя (маршевой силовой установки), не зависящих от работы системы кондиционирования воздуха. Распределение воздуха в продувочном канале может быть определено несколькими факторами: расходом продувочного воздуха и положением запорно-регулирующего устройства на входе в теплообменный аппарат.

Имитация распределения воздуха в продувочном канале, аналогичная реальному прототипу, может быть введена путём задания функции распределения расхода по сечению продувочного канала в зависимости от угла поворота створки запорно-регулирующего устройства и фактического значения расхода продувочного воздуха.

Использование имитации реального распределения воздуха в продувочном канале в составе математической модели теплообменного аппарата позволит существенно увеличить достоверность результатов расчёта по сравнению с реальным образцом теплообменного аппарата.

Антенна Вивальди для излучения широкополосных сигналов

Борисов А.Н.
Научный руководитель — доцент, Анисимов В.Г.
УлГТУ, Ульяновск
Jaguar.west@mail.ru

Одним из главных требований, предъявляемых к антеннам летательных аппаратов, является массогабаритный параметр. Это связано с задачей расположения данных устройств в условиях ограниченного пространства, а также обеспечения необходимых связей между ними. Поэтому разработки и исследования различных конструкций являются актуальными.

Широкое применение нашли антенны, изготовленные по печатной технологии. Из существующих на сегодняшний день подобных антенн, наилучшие характеристики имеет широкополосная антенна Вивальди. Из-за хороших показателей, а именно широкая полоса частот, симметричная диаграмма направленности, оптимальные направленные свойства и невысокая стоимость, она применяются и в других системах связи от специализированных до бытовых.

Фольгированный диэлектрик служит основой для построения всей излучающей системы, но он также может быть заменён и свободным пространством. Щелевая часть антенны состоит из щелевой линии, круглой полости и единого входа щелевой линии. Наличие плавно расширяющейся щелевой линии, работающей по определённому закону, даёт возможность на различных частотах излучать различными частями антенны, следовательно, можно считать, что антенна обладает бесконечной полосой пропускания. По расширяющейся щели в продольном направлении распространяется бегущая волна, которая начинает излучаться при ширине щели, близкой к половине длины волны.

Возбуждение осуществляется через полосково-щелевой переход микрополосковой линией, которая находится на задней части платы. Полосково-щелевой переход имеет много преимуществ по сравнению с другими. Этот переход может быть легко изготовлен с помощью обычного фототравления. Технологически удобно изготавливать антенну на двухсторонних печатных платах с подводящей частью на одной стороне и щелевой линией на другой.

Так как антенна имеет плоскую конструктивную форму, то создать антенную решётку из нескольких элементов довольно просто, как линейную (последовательное размещение на одной широкой плате нескольких печатных антенн), так и объёмную (по принципу сот) с двумя линейными или одной вращающейся поляризацией. Более того, в отличие от большинства других антенн данного типа, при создании решётки из излучателей Вивальди полоса рабочих частот будет не сужаться, а наоборот, расширяться.

В заключение можно выделить следующие закономерности широкополосной печатной антенны Вивальди:

• Форма разомкнутой щели определяет полосу пропускания. Её выполнение возможно различное, но считается, что наилучшая широкая полоса формируется экспоненциально расширяющейся щелью;

• Ширина антенны устанавливает границу нижней частоты;

• Длина определяет усиление в середине и на верхней части полосы.

Проектирование космического аппарата на основе модульного принципа

Ваганов И.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Пешков Р.А.
ЮУрГУ, Челябинск
keremetivan.97@mail.ru

Целью проекта является разработка конструкции космического аппарата (КА), предназначенного для доставки радиоэлектронной и научно-исследовательской аппаратуры на космические тела естественного происхождения, обладающие малым гравитационным полем и неспособными к активным манёврам уклонения, таким как астероиды, кометы, малые спутники планет. Работы по проекту ведутся в соответствии с утверждёнными техническими требованиями. К ним относятся:

• Максимальная сухая масса изделия не более 350 кг;

• Габариты не более 2000 мм по трём основным осям;

• Сближение КА с объектом должно занимать по времени не более 1 часа;

• Стыковка изделия с объектом по времени должна занимать не более 24 часов;

• Время работы полезного груза на поверхности объекта должно составлять не менее 1 месяца с момента стыковки.

В ходе выполнения работ на этапе технического предложения разработана конструкция КА, которая удовлетворяет техническим требованиям и уникальна — обладает особенностями, которые позволяют быть одной из самых громких заявлений на мировом рынке.

Изучение практических результатов отечественных и зарубежных компаний в области конструирования КА позволяет выделить как минимум три подхода к созданию конструкции КА [1, 2, 3]. Блочно-модульные конструкции включают в себя несколько функционально определённых отсеков (модулей) содержащих всю необходимую аппаратуру для выполнения соответствующих функций. Модули соединяются между собой непосредственно. В каркасных конструкциях присутствует основной цельный несущий элемент (каркас), на котором размещается все оборудование и полезный груз. Каркас не только воспринимает все внешние нагрузки, но и является единым связующим звеном в конструкции. Комбинированный подход подразумевает разделение конструкций на функциональные модули, которые соединяются посредством несущего элемента, каркаса, фермы.

Основанием для создания конструкции КА являлись отечественные информационно-технические источники. Но так как специальных КА для выполнения задач, совпадающих с указанными в техническом задании, отечественными компаниями создано ещё не было, то для конструирования был применён блочно-модульный подход. Конструкция КА варианта поделена на 2 основных модуля: модуль двигательной установки (ДУ) [4] и модуль системы управления (СУ). Модуль двигательной установки включает в себя маршевый двигатель и элементы питания и управления ДУ КА. Так же на этом модуле размещены астродатчики системы ориентации КА. Модуль СУ предназначен для размещения всей бортовой аппаратуры системы управления и ориентации КА, а также полезного груза [5]. К корпусу модуля СУ крепятся каркасы для размещения двигателей малой тяги (ДМТ). Модули соединяются между собой с помощью болтового соединения. В конструкции также предусмотрены четыре посадочные опоры, выполненные по трёхстержневой схеме, каждая из которых имеет опорный стержень, опорную тарель и два подкоса. Они предназначенные для

восприятия ударных нагрузок при посадке, соединяются как с модулем ДУ, так и с модулем СУ посредством пальца и проушин, которые образуют цилиндрический шарнир. Данное деление КА на части обеспечивает технологичность сборки КА, простоту и безопасность доставки на стартовую позицию.

Список литературы:

1. Инженерный справочник по космической технике / ред. А.В. Солодов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Воениздат, 1997. — 430 с.

2. Космические аппараты / Под общ. ред. К. П. Феоктистова. — М.: Воениздат, 1983. — 319 с.

3. Гущин В.Н. Основы устройства космических аппаратов: Учебник для вузов / В. Н. Гущин. — М.: Машиностроение, 2003. — 272 с.

4. Захаров А.В. «Фобос-Грунт». Проект космической экспедиции [Текст]: в 2-х т. / А.В. Захаров. — М.: ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина» Роскосмоса, Институт Космических Исследований РАН, 2011. — 261 с.

5. Туманов А.В. Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов: учебное пособие / А.В. Туманов, В.В. Зеленцов, Г.А. Щеглов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. — 572 с.

Оптимизация конструкции фюзеляжа из полимерных композиционных материалов с учётом действующих эксплуатационных нагрузок

Вай Я.О., Барановски С.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
waiyanoo6977@gmail.com

Развитие авиационной техники достигается за счёт применения передовых достижений техники и технологии, к которым в полной мере относятся полимерные композиционные материалы (ПКМ), открывающие новые возможности при проектировании и обеспечивающие необходимые характеристики конечного изделия [1 – 3]. Данный материал находит применение в различных элементах самолёта, образующих аэродинамическую поверхность (законцовки, зализы, обтекатели), в элементах силового каркаса киля, стабилизатора, крыла (нервюры, лонжероны, обшивки), но в конструкции фюзеляжа применение ПКМ не столь широко [4]. На основе изложенного, исследование возможности применения в элементах конструктивно-силовой (КСС) схемы фюзеляжа ПКМ является актуальной задачей.

Цель работы — оптимизация массы и геометрии конструкции шпангоута и панели фюзеляжа из полимерных композиционных материалов.

Моделирование геометрии КСС отсека фюзеляжа, шпангоута и панели было произведено на основе анализа конструкций пассажирских самолётов фирм Boeing, Airbus, Сухой, Туполев. Напряжённо-деформированное состояние моделировалось для действующих эксплуатационных нагрузок — аэродинамическое давление.

В результате для различных вариантов шпангоутов определены масса, прогиб, напряжения и критические зоны. В результате анализа полученных данных выбрана рациональная геометрическая форма шпангоута. Показано преимущество оптимизированного варианта из углепластика над металлическими аналогами. Также рассматривалась совместная работа шпангоута и панели под нагрузкой. В результате определена силовая схема обшивки, количество и расположение стрингеров. Общая масса рассмотренного отсека фюзеляжа из ПКМ меньше металлического аналога на 12,5%, при идентичной несущей способности.

Список литературы:

1. Reznik S.V., Prosuntsov P.V., Mikhailovsky K.V. and Shafikova I. R. Material science problems of building space antennas with a transforma-ble reflector 100 m in diameter / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 4. 4th International Conference on Advanced Composites and Materials Technologies for Arduous Applications, ACMTAA 2015, 2016. 10 p. DOI: 10.1088/1757-899X/153/1/012001.

2. Prosuntsov P.V., Reznik S.V., Mikhailovsky K.V., Novikov A.D., Aung Z.Y. Study variants of hard CFRP reflector for intersatellite communication / IOP Conference Series: Materials Science and Engineer-ing 4. 4th International Conference on Advanced Composites and Materials Technologies for Arduous Applications, ACMTAA 2015, 2016. 10 p. DOI: 10.1088/1757-899X/153/1/012012.

3. Reznik S.V., Prosuntsov P.V., Mikhailovsky K.V. Thermal regime of large space structure with transformable elements from hybrid composite / Journal Of Physics: Conference Series. 7th International Conference on Functional Nanomaterials and High Purity Substances, FNM. 2018. 8 p. DOI: 10.1088/1742-6596/1134/1/012048.

4. Фейгенбаум, Ю.М. Композиционные материалы и история их внедрения в авиационные конструкции / Ю.М. Фейгенбаум, С.В. Бутушин, Д.Г. Божевалов, Ю.С. Соколов // Научный вестник ГосНИИ ГА. — 2015. — № 7 — С. 24 — 37.

Формирование и анализ ряда альтернатив в концептуальном проектировании регионального самолёта

Васин С.С., Коноплева В.М.
Научный руководитель — к.т.н. Скворцов Е.Б.
ЦАГИ, Жуковский
harryhatchet@yahoo.com

В данной работе решается задача начального этапа концептуального проектирования «Анализ концепции» [1] самолёта, использующего технологии отклоняемого вектора тяги [2]. На этом этапе формируется ряд альтернативных проектных решений, использующих полезные научные разработки. Из сравнения должен быть сделан вывод, какой вариант регионального транспортного самолёта (РТС) отличается наибольшей конкурентоспособностью и какие технологии в связи с этим нуждаются в особом развитии.

Установлено, что актуальна разработка концепции транспортного самолёта, выполняющего следующие эксплуатационные требования:

- Максимальная нагрузка класса 83÷120 пасс. или 8÷12 т груза;
- Дальность полёта класса 2900÷4650 км;
- Базирование на ВПП длиной не более 1800 м.

Поиск рациональной концепции для проекта регионального транспортного самолёта основывается на методологии Этапа 1 «Анализ концепций» и включает следующую последовательность действий [1]:

- Определение значимых для проекта факторов концепции;
- Формирование проектных признаков на основе базы знаний (прототипы);
- Планирование полнофакторного эксперимента;
- Формирование альтернативных вариантов концепции;
- Сравнение расчётных вариантов концепции самолёта;
- Выбор оптимального варианта по критериям целевой системы.

Определение значимых для проекта факторов концепции позволяет перейти от математической модели технической концепции к морфологической с проектными признаками. Выделены существенные факторы для разрабатываемого РТС:

- Способ аэродинамической балансировки
- Аэродинамическая форма планера и силовой установки
- Устройство конструкции планера и силовой установки.

При этом имеющийся научно-технический задел в области проектирования региональных пассажирских самолётов таких, как Ту-334, Ан-148 и SSJ-100, а также проектные представления об обычной концепции транспортного самолёта, выполненного в схеме «высокоплан», являются прототипами данного проекта.

Метод чередования принципов и имеющийся научно-технический задел позволяют сформировать схему для построения траектории поиска рационального транспортного варианта самолёта. Используются методы и средства интеграции элементов самолёта, ранее

при разработке транспортных самолётов не применявшиеся. Они создают элементы новизны при чередовании альтернативных факторов — принципов, составляющих возможные концепции самолётов.

После разработки всех вариантов ЛА (летательных аппаратов) методами многодисциплинарного исследования выполняется анализ альтернатив. При проведении многодисциплинарного анализа характеристик вариантов их геометрические модели одновременно передаются специалистам по аэродинамике, системам управления и конструкции. Результаты оценок каждого не зависят от расчётов других. При заданных требованиях к задаче (эффект, нагрузка) определяется система показателей, характеризующих потребные для этого ресурсы. На основании критериев оценки и отбираются наиболее предпочтительные варианты.

В результате отобраны варианты, обладающие следующими преимуществами:

• Наименьший расход топлива, причём этому критерию соответствуют варианты с крылом большого удлинения, которые отличаются относительно высоким аэродинамическим качеством и лучшей экономичностью силовой установки;

• Наименьший вес самолёта и наибольшая скорость полёта, этим критериям соответствуют варианты с большой степенью интеграции планера и двигателей.

Список литературы:

1. Коноплева В.М., Скворцов Е.Б., Шелехова А.С. Методология управления концептуальными проектами в авиастроении / XIII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2019: Сб. науч. тр. [Электронный ресурс] — Москва, 2019. — С. 1538–1543

2. Болсуновский А.Л., Бузоверя Н.П., Бирюк В.И., Чернавских Ю.Н., Максимов А.А., Селиванов О.Д. Влияние степени двухконтурности на характеристики перспективного БСМС при расположении двигателей под крылом и над верхней поверхностью крыла. Всероссийская НТК «Авиадвигатели XXI века», М.: ЦИАМ, 2015.

Развитие аддитивных технологий и включение их в современные образовательные программы технических вузов

Гаврилов И.А., Левченко К.Р.
Научный руководитель — к.т.н. Крутина Е.В.
Московский Политех, Москва
mihail.levchenko.0305@mail.ru

Популярность аддитивных технологий неуклонно растёт. Данные технологии позволяют за короткое время производить уникальные детали, не уступающие по качеству изделиям, произведённым по классическим технологиям. Это без сомнений перспективное направление развития, способное в будущем контролировать процесс производства от создания чертежа, до получения готовой детали.

Быстро развивающееся аддитивное производство столкнулось с проблемой нехватки кадров, подготовленных по высоким стандартам. Выходом является открытие образовательных программ в магистратуре (например, в Московском политехе, направление 15.04.01, образовательная программа «Аддитивное производство»), где могут обучаться бакалавры, отучившиеся по УГСН: 15.00.00. «Машиностроение», 22.00.00. «Технологии металлов», 27.00.00 «Управление в технических системах» в технических вузах. Второй шаг, это открытие образовательной программы в бакалавриате (Московский политех, направление 27.03.05, образовательная программа «Аддитивные технологии»). Также возможно открытие образовательных центров на базе предприятий (Росатом, Роснано).

На данный момент, студенты, обучающиеся на образовательных программах, связанных с аддитивным производством, активно изучают особенности 3-D печати. Свойства материалов, применяемых в АТ. Свойства деталей, напечатанных на 3-D принтере: качество поверхности, прочностные характеристики, соответствие заданным размерам, зависимость точности размеров от формы детали и от параметров печати. Виды и устройство применяемого оборудования. Подбор режимов технологических и конструкционных

параметров. Изучение программ, позволяющих моделировать течение аддитивных процессов. Возможности управления процессом. Знакомство с основами патентоведения. Также у студентов есть возможность отработки практических навыков при создании 3-D моделей для получения прототипов студентами при выполнении проектов по дисциплине «Проектная деятельность».

Первостепенная задача для вузов является возможность обновление парка оборудования и программного обеспечения. Также немаловажно наличие материала для печати, и возможность привлечения специалистов, уже имеющих опыт работы с аддитивными технологиями в реальном секторе производства для решения возникающих вопросов. Для обмена опытом с зарубежными партнёрами, лучше всего подходит участие в конференциях, выставках и олимпиадах. Любое знание, а вместе с тем внедрение, и работа в сфере АТ позволит более глубоко понять технологию производства и её особенности.

Аддитивным технологиям открыт широкий простор для развития, от использования и создания различного программного обеспечения до различных способов и материалов, которые используются для создания изделия, от применения в космической промышленности до применения в медицине и в быту. Не исключено что в АТ могут попасть и проекты, связанные с работой в виртуальной реальности, что позволит взаимодействовать с проектируемыми моделями, составлять из них сложные технические системы, а взаимодействуя с ними оценивать их работу, корректировать их, не создавая непосредственно сами детали.

Оценка массо-энергетических характеристик систем самолёта при электрификации системы дистанционного управления

Гамбург П.А.
Научный руководитель — Смагин Д.И.
МАИ, Москва
pavel.gamburg@gmail.com

В связи с развитием технологий концепция более электрического самолёта становится все более актуальной. Основной тенденцией при разработке современных систем является уменьшение веса, снижение расхода топлива, повышение уровня экологичности воздушных судов и уменьшение отбираемой мощности от двигателя. Одним из перспективных направлений электрификации самолёта является электрификация системы дистанционного управления отклоняемыми поверхностями крыла и как следствие замена источников питания рулевых приводов с гидравлических на электрические.

В качестве прототипа в данном исследовании был выбран среднемагистральный пассажирский самолёт аналогичный А320. На основе прототипа был разработан перспективный вариант системы дистанционного управления с питанием приводов от двух централизованных гидравлических систем и одной силовой системой электроснабжения самолёта.

В данной работе проведён сравнительный анализ массо-энергетических характеристик данных систем. Данный анализ производился на основе оценки известных массо-энергетических характеристик элементов систем. Стоит отметить, что в рамках данного анализа был сделан ряд допущений и не учитывались гидравлические агрегаты системы шасси.

Полученные в данной работе результаты могут быть применены на ранних стадиях проектирования системы дистанционного управления, гидравлической системы и системы электроснабжения, а также по результатам данной работы можно сделать вывод о целесообразности и перспективности предложенных архитектурных решений.

Сравнительный анализ возможных концепций перспективного тяжёлого вертолёта

Гвоздев Н.Д., Коноплева В.М., Курочкин Д.С.
Научный руководитель — Косушкин К.Г.
ЦАГИ, Жуковский
mr.gvozdev93@mail.ru

Анализ парка вертолётов РФ показал, что после снятия с производства и последующего вывода из эксплуатации вертолётов Ми-6 и Ми-10 возникла потребность в новом перспективном тяжёлом транспортном вертолёте (ПТВ) грузоподъёмностью 8–12 т. В данной работе решается задача начального этапа концептуального проектирования вертолёта такого класса грузоподъёмности, в том числе, с возможностью интеграции с самолётом в авиационном транспортном комплексе (АТК) с передачей груза непосредственно с борта на борт в наземных условиях.

Исследование проведено в соответствии с разработанным в ЦАГИ методом анализа альтернатив в концептуальном проектировании авиационной техники. В число ключевых факторов, улучшающих конкурентоспособность ПТВ, включены способ балансировки реактивного крутящего момента от несущего винта, устройство трансмиссии, а также меры по интеграции вертолёта и самолёта одного класса грузоподъёмности в составе авиационного транспортного комплекса. В результате были сформированы восемь концепций ПТВ, отличающихся различными сочетаниями факторов конкурентоспособности:

1) ПТВ-0. Вертолёт одновинтовой схемы с рулевым винтом и кормой фюзеляжа, независимой от грузового устройства транспортного самолёта.

2) ПТВ-1. Вертолёт продольной схемы с кормой фюзеляжа, независимой от грузового устройства транспортного самолёта.

3) ПТВ-2. Вертолёт одновинтовой схемы с системой струйной компенсации крутящего момента NOTAR (No Tail Rotor) и кормой фюзеляжа, независимой от грузового устройства транспортного самолёта.

4) ПТВ-3. Винтокрыл одновинтовой схемы с двумя тянущими пропеллерами на крыле, имеющий плоскую корму фюзеляжа, аналогичную корме транспортного самолёта.

5) ПТВ-4. Вертолёт соосной схемы с кормой фюзеляжа независимой от грузового устройства транспортного самолёта.

6) ПТВ-5. Вертолёт поперечной схемы с плоской кормой фюзеляжа, аналогичной корме транспортного самолёта.

7) ПТВ-6. Вертолёт одновинтовой схемы с системой NOTAR, использующий для компенсации реактивного момента только реактивное сопло (без применения эффекта Коанда), а также оснащённый плоской кормой фюзеляжа, аналогичной корме транспортного самолёта.

8) ПТВ-7. Вертолёт соосной схемы, имеющий плоскую корму фюзеляжа, аналогичную корме транспортного самолёта.

Для каждой из концепций были выбраны проектные параметры и сформированы альтернативные варианты облика ВКЛА, выполняющих одинаковые требования по максимальной нагрузке (8–12 т), статическому и динамическому потолку (Нст=1 км, Ндин=6 км), дальности полёта с целевой нагрузкой (600 км), максимальной крейсерской скорости (не менее 270–300 км/ч). Для дальнейшего сравнения выбирались расчётные варианты с минимальным взлётным весом; при этом варьировались удельная нагрузка на ометаемую винтом площадь и число лопастей несущего винта, с учётом выполнения ограничений по статическому прогибу лопасти и нагрузке на площадь, ометаемую несущим винтом.

Анализ показал, что варианты ПТВ-3 и ПТВ-5 имеют статический потолок не более Нст=1 км, в то время как остальные варианты — свыше 2 км. Это обусловлено тем, что для данных схем мощность силовой установки определяется режимом висения. Для концепции ПТВ-5 оказалось возможным сформировать вариант ПТВ-5.1 с увеличенным статическим потолком.

При этом не произошло существенного увеличения взлётного веса и веса пустого. Для концепции ПТВ-3 увеличение статического потолка приводит к существенному росту взлётного веса и веса пустого (прирост свыше 7 т).

Для концепции ПТВ-3 в режиме горизонтального полёта пропеллеры на крыле создают дополнительную пропульсивную силу, что может увеличить скорость ВКЛА выше заданной. В связи с этим был дополнительно сформирован расчётный вариант ПТВ 3.1 с увеличенной крейсерской скоростью полёта Vkpmax=375 км/ч.

Комплексная сравнительная оценка ожидаемых характеристик альтернативных концептуальных вариантов ПТВ показала:

• По критерию приведённой производительности, определяющему функциональную эффективность транспортного вертолёта, лидером является вариант ПТВ-3.1. Варианты ПТВ-0, 5.1 и 5 уступают ему 15-20% по этому показателю;

• Наименьшую себестоимость тонно-километра имеет ПТВ-0. Вариант ПТВ-3.1 уступает ему 3%. Варианты ПТВ-2, 5 и 5.1 имеют себестоимость тонно-километра на 15% выше;

• По совокупности транспортной и экономической эффективности в группе лидеров находятся концепции ПТВ-0, 3.1, а также ПТВ-5 и 5.1;

–по комплексному критерию оценки, включающему в себя приведённую производительность, себестоимость тонно-километра, возможность конструктивной интеграции с самолётом в рамках АТК, высоту статического потолка, компактность ВКЛА, а также простоту конструкции, наилучшие результаты показали варианты ПТВ-0, ПТВ-5.1 и ПТВ-3.1.

Варианты ПТВ-0, ПТВ-5.1 и ПТВ-3.1 рекомендованы для дальнейшей проработки в рамках исследования вертолёта, входящего в авиационный транспортный комплекс.

Метод построения функциональной модели системы распределения воздуха пассажирского самолёта

Гусаркин С.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Скиданов С.Н.
МАИ, Москва
gluk-369@yandex.ru

Обеспечение заданных параметров воздуха в герметической кабине (газовый состав, температура и давление) обычно происходит с помощью вентиляции — непрерывной подачи чистого воздуха и удалении отработанного. Воздух, подготовленный в агрегатах системы кондиционирования воздуха, попадает в кабину через систему распределения.

Особое значение рациональное распределения воздуха имеет для пассажирских самолётов, так как современный пассажирский самолёт имеет довольно неудобную с точки зрения вентиляции компоновку. Он разбит на множество отсеков, отвечающих различным целевым назначениям, но при этом при распределении воздуха стремятся, чтобы его подача по длине фюзеляжа, составляющей в некоторых случаях десятки метров, была равномерной. Неравномерность подачи может привести к образованию застойных зон по длине кабины, а также нарушить симметрию циркуляции воздуха в поперечном сечении кабины, что тоже может привести к образованию застойных зон.

Информацию о распределении воздуха в кабине обычно получают с натурных стендов, где имитируется исследуемый салон самолёта. В таком случае, оптимальное распределение воздуха по системе получают с помощью дополнительных местных сопротивлений (шайб, сужений, диффузоров и т.д.) в трубопроводах системы. В итоге, получается конфигурация системы с оптимальным распределением воздуха для конкретной компоновки гермокабины. Соответственно, при изменениях в конструкции системы, её необходимо балансировать заново.

Предложенный в работе метод заключается в построении функциональной одномерной модели на основе результатов гидравлического расчёта трёхмерной геометрии конструкции системы распределения. При таком подходе, появляется возможность относительно быстро и

с достаточной точностью пересчитать распределение воздуха в больших разветвлённых системах при внесении изменений в их конструкцию. К плюсам данного метода можно отнести меньшие затраты вычислительной мощности и меньшую трудоёмкость по сравнению с гидравлическим расчётом полной трёхмерной геометрии конструкции системы распределения в любой современной CFD-системе.

Верификация метода проводилась на результатах экспериментальных исследований с натурного стенда системы распределения воздуха, и функциональной модели, построенной на основе гидравлического расчёта трёхмерной геометрии конструкции той же системы распределения.

К вопросу о создании натурного стенда для отработки алгоритмов управления конвертируемым летательным аппаратом с винтомоторной силовой установкой

Гусельников А.С., Емец Н.А.
Научный руководитель — к.т.н. Макаров И.К.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
OlegOrlov3d@yandex.ru

В отличие от традиционных летательных аппаратов (самолётов и вертолётов) конвертируемые летательные аппараты (ЛА) обладают рядом положительных преимуществ, связанных с требованиями к условиям их базирования, однако сложности в обеспечении приемлемых характеристик устойчивости и управляемости ввиду конструктивных особенностей ограничивают их широкое распространение.

Современные вычислители, входящие в состав систем управления летательными аппаратами, позволяют организовать управляющие алгоритмы любой сложности для стабилизации и улучшения характеристик движения ЛА, однако лётные испытания, служащие для подтверждения эффективности этих алгоритмов сопряжены с высокой стоимостью, трудозатратами и аварийностью.

Таким образом, при проектировании конвертопланов, является актуальным создание натурных стендов, позволяющих обеспечить безопасную и относительно недорогую практическую отработку сложных алгоритмов системы управления.

Условно, процесс создания натурного стенда по отработке алгоритмов управления конвертируемым летательным аппаратом с винтомоторной силовой установкой можно разделить на несколько этапов:

• Визуальное проектирование натурного стенда, с учётом предъявляемых к нему требований;

• Изготовление и закупка необходимых комплектующих и оборудования.

• Сопряжение и настройка исполнительных устройств (сервомашин, электродвигателей и датчиков).

В качестве основных конструктивных требований к натурному стенду относятся:

• Разборная конструкция для удобной транспортировки;

• Возможность самостоятельного, в рамках авторской группы, изготовления комплектующих;

• Приемлемые для размещения в типовом помещении габариты и масса;

• Обеспечение заданных диапазонов изменения кинематических параметров движения.

На текущий момент, завершается этап визуального проектирования натурного стенда, где в качестве среды выбрана программа 3-х мерного полигонального моделирования 3ds Max, обеспечивающая возможность не только масштабной отрисовки концепта, но и организацию кинематической взаимосвязи отдельных элементов конструкции.

Численная оценка остаточной прочности композитного крыла самолёта транспортной категории с большими повреждениями

Дадалян Л.А.
Научный руководитель — д.т.н. Стрижиус В.Е.
МАИ, Москва
dadalyan74@gmail.com

На сегодняшний день в авиационной технике широко используются композитные материалы, прочность и надёжность которых нередко определяет безопасность полёта. Как известно, одним из наиболее опасных видов разрушения является усталостное из-за своего неожиданного внезапного характера. В отечественном самолётостроении натурные испытания конструктивных образцов и агрегатов на усталость являются основополагающей составляющей, а численный расчёт представляет собой подтверждение опытных данных. В особенности это касается конструкций из полимерных композитных материалов (ПКМ), для которых практически не выполняются расчётные оценки характеристик усталостной прочности. Несмотря на обоснованную важность натурных испытаний, такой подход к подетальным расчётам ведёт к отставанию отечественных методов от зарубежных, а также к проектированию менее экономически эффективных самолётов. В связи с этим можно сделать вывод, что потребность развития подетальных расчётов является практической необходимостью[1].

Одной из важнейших задач обеспечения прочности элементов композитных авиаконструкций является задача по расчётной оценке остаточной прочности при наличии больших повреждений [2]. В работе были рассмотрены существующие модели расчётной оценки остаточной прочности ПКМ с трещинообразными надрезами при растяжении [3][4][5], проведён сравнительный анализ этих моделей и выбрана наиболее рациональная из них с точки зрения точности и простоты использования в инженерных расчётах. А также с целью уточнения модели была проведена её модификация, учитывающая ряд конструктивных факторов композитных панелей крыла. В итоге мы получили методику, позволяющею провести численную оценку одной из характеристик усталостной прочности применительно к одному из типовых элементов авиаконструкций, выполненных из ПКМ.

Список литературы:

1. Стрижиус В.Е. Методы оценки усталостной прочности элементов композитных авиаконструкций: справочное пособие. М.: Машиностроение; Инновационное машиностроение, 2015.
2. РЦ-АП25.571-1А «Оценка допустимости повреждений и усталостной прочности конструкций». ЦАГИ, Жуковский, 2015.
3. Composite Materials, Military Handbook 17, Materials Usage Design and Analysis, Vol 3, Department of Defence, Philadelphia, PA, 2002.
4. Mar J.W. and Lin K.Y. Fracture Mechanics Correlation for Tensile Failure of Filamentary Composites with Holes // Journal of Aircraft. — 1977. — Vol.14 (No.7). — P.703-704.
5. Трунин Ю. П., Ушаков А. Е. Некоторые вопросы оценки и обеспечения эксплуатационной живучести конструкции планера самолёта, выполненных из композиционных материалов. — М.: Изд. Отдел ЦАГИ, 1984. Вып.10. С. 84-89.

Разработка беспилотного авиационного комплекса для защиты зон аэропортов от птиц и малоразмерных БПЛА «Перехватчик»

Дерягин О.В., Сухарев Д.А., Юкин И.И.
Научный руководитель — Сухарев Д.А.
МАИ, Москва
Olejka128@mail.ru

Бурное развитие гражданских беспилотных систем (БПЛА) и повышение плотности застройки в районе аэропортов приводит к необходимости решения двух серьёзных проблем: ликвидация угрозы, идущей от малоразмерных БПЛА, нарушающих зоны безопасности аэродромов, и устранение орнитологической опасности для самолётов.

Целью данного исследования является обоснование необходимости внедрения беспилотного авиационного комплекса, выполняющего вышеуказанные задачи.

С целью изучения мер, направленных против пернатых, анализируется опыт инженеров института Caltech, разработавших алгоритм, который позволяет БПЛА отпугивать птиц без участия человека. Такой дрон воздействует на отдельных особей стаи, изменяя траекторию её движения в целом. Показано, что выгоднее всего для данной цели использовать обычные квадрокоптеры.

С целью анализа мер, действенных для борьбы с дронами залетающими на территорию аэропорта, изучается опыт российских конструкторов, разработавших новое оружие против БПЛА — аппарат с возможностью вертикального взлёта, оснащённый самозарядным карабином или (опционально) автоматом Калашникова. К отличительным особенностям устройства относятся высокая точность стрельбы, сравнительно небольшие габариты и способность находиться в воздухе до 40 минут.

Авторами исследования, на базе изученных материалов, предлагается комплекс систем, совмещающий в себе функции вышеуказанных аналогов:

1. Эффективные методы отпугивания птиц;
2. Перехват БПЛА — нарушителей.
3. Эксплуатация комплекса

Основной сложностью, во введении подобного образца в эксплуатацию- отсутствие в России сертификационного базиса по этой теме.

В результате исследования делается вывод о целесообразности разработки и использовании данного авиационного комплекса.

Список литературы:

1. Архипов В.П., Камруков А.С., Козлов Н.П., Семенов К.А. Способ обеспечения орнитологической безопасности аэропорта и устройство для его осуществления. [Электронный ресурс] / Патент RU 2 562 385 C1, МПК A01M 29/10 (2011.01). Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2562385C1_20150910 (Дата обращения: 18.01.2020)

2. Ника Рыжова-Аленичева об авиационной орнитологии. [Электронный ресурс] / Видеохостинг YouTube, доступ свободный, заголовок с экрана. URL: https://www.youtube.com/watch?v=lXCjeONpy6M&feature=youtu.be (Дата обращения: 03.02.2020) 3. Союз охраны птиц России. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.rbcu.ru/rbcu/11805/ (Дата обращения: 31.01.2020)

4. Тигков А.С. Аэродромная экология птиц. / Диссертации на соискание учёной степени кандидата биологических наук. — Москва — 2008. — 003168702. Режим доступа: http://earthpapers.net/aerodromnaya-ekologiya-pt (Дата обращения: 31.01.2020)

5. Aviation ornitology group. [Электронный ресурс] / Website. Доступ свободный, заголовок с экрана. URL: http://otpugivanie.narod.ru/eng.html (Дата обращения: 14.02.2020)

Аэродромный передвижной агрегат для технического обслуживания летательных аппаратов

Емикова В.В.
Научный руководитель — Найдюк А.В.
МАИ, Москва
lera89918@gmail.com

Целью данной работы являлось изучение способов повышения эффективности использования специального наземного оборудования типа гидроподъёмник.

Гидроподъёмник — специальное оборудование, предназначенное для обеспечения ремонта и обслуживания транспортных средств, в том числе для подъёма фюзеляжа летательного аппарата и его фиксации в таком положении на необходимой для проведения работ высоте. Гидроподъёмники находят широкое применение при выполнении ремонта, технического обслуживания и нивелировки воздушных судов.

Современный опыт применения наземного оборудования показывает, что для обеспечения доступа к самолёту с помощью гидроподъёмников требуется не менее четырёх специалистов. Вместе с тем экономические издержки и технически недостатки такой практики очевидны. Кроме того, неэффективность применяемых в настоящее время методов подтверждается высокими временными затратами на установку подъёмников и последующего подъёма летательного аппарата на необходимую высоту.

С учётом указанных факторов предлагается использовать систему, в состав которой входят следующие элементы:

- Три точки опоры (гидроподъёмники);
- Гидростанция;
- Транспорт для перемещения.

В качестве транспорта целесообразно использовать машину-манипулятор. Манипулятор (грузоподъёмное устройство) — многозвенный механизм с приводами в каждом суставе. Перемещение полезной нагрузки выполняется оператором с помощью аппаратуры дистанционного управления. Приводы грузоподъёмного устройства работают за счёт действия электрического и гидравлического оборудования.

Следует отметить, что в предлагаемом методе к основным преимуществам грузовых автомобилей с манипулятором относятся:

- Универсальность применения;
- Низкая стоимость работ;
- Невысокие расходы на эксплуатацию оборудования в целом;
- Мобильность.

В качестве транспорта предлагается использовать кран-манипулятор на основе большегрузного автомобиля отечественной разработки ГАЗель. Шасси манипулятора на базе ГАЗ НЕКСТ рассчитано на нагрузку до 1100 кг. Важно учитывать, что две задние оси являются ведущими. Такая компоновка, по оценкам специалистов, является оптимальной, поскольку способствует рациональному распределению нагрузок по осям и обеспечивает более высокую проходимость, в том числе по дорогам с грунтовым покрытием и пересечённой местности при различных погодных условиях. Манипулятор на шасси ГАЗель НЕКСТ с краноманипуляторной установкой Инман 25 является более удобным вариантом для подъёма и перемещения грузов, расположенных ниже уровня опорной поверхности, прежде всего за счёт использования тросовой подвески крюка. Данная крановая установка способна переместить груз массой 7100 кг на расстояние до 2,4 м от центральной колонны. При условии полного выдвижения шести телескопических секций (20,3 м.) её грузоподъёмность составляет 350 кг. Таким образом, использование указанного крана-манипулятора вместе со стальной бортовой платформой, габариты которой (ДхШхВ) равны соответственно 3100х1980х400 мм, обеспечивает проведение работ с грузами массой до 1300 кг.

По итогам проведённой работы установлено, что предлагаемый вариант гидроподъёмников является более эффективным в сравнении с используемым оборудованием. В связи с этим применение на практике и совершенствование идеи предлагаемого метода может способствовать дальнейшему развитию специального наземного оборудования.

Многоразовый ракетный ускоритель

Еремеева Д.А.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
darcyeremeeva@yandex.ru

Использование многоразовых элементов ракеты-носителя является одним из кардинальных путей улучшения средств выведения. Способ работы возвращаемой ступени заключается в её использовании для выведения полезной нагрузки на активном участке траектории, отделение от ракеты-носителя, управление при помощи рулевых камер и возвращение при помощи двух газотурбинных двигателей. Газотурбинные двигатели запускают в разряженных слоях атмосферы, используя вспомогательный газогенератор для компенсации нехватки атмосферного воздуха. Возвращаемая ступень ракеты-носителя включает в себя: фюзеляж, баки окислителя и горючего, крылья и один жидкостный ракетный двигатель.

После отделения первой ступени на высоте около пятидесяти километров аппарат продолжает движение в свободном полёте по баллистической траектории. При входе в плотные слои атмосферы, включаются органы аэродинамического управления, начинается торможение и аппарат разворачивается по курсу в сторону аэродрома. На высоте примерно семи километров происходит включение двух газотурбинных двигателей. Аппарат в режиме автоматического управления совершает возвратный полёт на скорости 550-650 км/ч.

Одним из важнейших критериев является удельная стоимость выведения полезного груза на орбиту. Он состоит из затрат на разработку системы, его изготовление и эксплуатацию. В случае многоразовой системы затраты могут сократиться в несколько раз. Из минусов увеличатся расходы на разработку первой ступени, так как будет необходимо проектировать многоразовый крылатый летательный аппарат. Достоинства применения многоразового ускорителя первой ступени: снижение удельной стоимости выведения полезных нагрузок на орбиту; использование многоразового ускорителя как экспериментального аппарата для отработки новых технологий в интересах создания перспективных систем выведения; решения экологических споров по вопросам загрязнения окружающей среды от падения отработанных секций РН.

Использование сжиженного природного газа в качестве горючего в совокупности с жидким кислородом позволит обеспечить минимальную экологическую нагрузку на окружающую среду, повысить эксплуатационную надёжность и упростить межпусковую обработку полостей двигателей. Использование этой пары в совокупности позволяет применить ряд конструктивных решений, способствующих существенному уменьшению габаритов ракеты и массы её конструкции. Метан почти не имеет примесей. При аварийных проливах сжиженный газ не образует с кислородом взрывоопасных смесей, быстро улетучивается и не загрязняет почву и воду.

Список литературы:

1. Многоразовый ускоритель первой ступени ракеты-носителя на базе унифицированного ракетного блока [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://findpatent.ru/patent/249/2492123.html

2. Бетанов В.В., Звягин Ф.В., Лысенко Л.Н. Теоретические основы баллистико-навигационного обеспечения космических полётов, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014 г. стр. 56—72.

Проект арктического вертолёта одновинтовой схемы с двигателями ПД-12В

Заграничнов А.С., Лисовинов А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Артамонов Б.Л.
МАИ, Москва
senya.zagr@mail.ru

Правительством Российской Федерации задан курс на ускоренное освоение Арктического региона нашей страны. Спектр задач, которые необходимо выполнять в Арктическом регионе, очень велик и включает в себя транспортировку крупногабаритных грузов и техники на большие расстояния, проведение монтажных работ, патрулирование местности и сопровождение торговых судов. Данные задачи невозможно решить арктическим вертолётом Ми-8АМТШВА, созданным в последние годы Улан-Удэнским авиационным заводом, из-за его недостаточной размерности. Арктическая модификация вертолёта Ми-26 не имеет перспектив из-за проблем с поставками двигателей Д-136, производимых украинской компанией "Мотор Сич" [1]. Поэтому представляется целесообразным рассмотреть возможность создания тяжёлого арктического вертолёта на основе перспективного отечественного двигателя ПД-12В [2].

На основании анализа географических особенностей региона, расположения возможных площадок базирования, ключевых точек Северного морского пути, а также номенклатуры перевозимых грузов, были сформированы две типовые транспортные операции. Цель работы заключается в формировании облика вертолёта, способного выполнять каждую из сформированных транспортных операций. В качестве прототипа для решения поставленной задачи была принята концепция тяжёлого транспортного вертолёта Ми-26, остающаяся до настоящего времени лидером технического совершенства.

В процессе решения задачи были использованы алгоритмы и программа формирования облика вертолёта одновинтовой схемы, выполняющего одноэтапную транспортную операцию [3]. Достоверность работы программы подтверждена путём сопоставления результатов расчёта с реальными данными вертолёта Ми-26. В качестве критериев верификации программного обеспечения выступало совпадение весовой сводки, а также лётно-технических характеристик этого вертолёта.

В ходе работы была решена задача выбора оптимальных параметров несущего винта (диаметра и удлинения лопасти) по критерию приведённой производительности М.Н.Тищенко [4]. Сформированы новые весовые формулы, учитывающие особенности конструкции вертолёта для эксплуатации в условиях Арктики.

В результате был сформирован облик вертолёта с отечественными двигателями ПД-12В, способного выполнить в полном объёме заявленные транспортные операции, имея при этом некоторый запас производительности, который можно использовать для увеличения полезной нагрузки или дальности полёта.

Список литературы:

1. Российские двигатели Ми-26 оставят Украину наедине с Китаем
https://rueconomics.ru/345784-rossiiskie-dvigateli-mi-26-ostavyat-ukrainu-naedine-s-kitaem

2. Разработка нового двигателя ПД-12В для вертолёта Ми-26.
https://bmpd.livejournal.com/3248518.html

3. Артамонов Б.Л., Журавлев В.Н., Шайдаков В.И. О выборе параметров вертолёта, выполняющего двухэтапную транспортную операцию. Журнал "Полёт", № 11 2017 г.

4. Тищенко М.Н., Некрасов А.В., Радин А.С. Вертолёты. Выбор параметров при проектировании. М., Машиностроение, 1976.

Пути повышения эксплуатационной технологичности многоцелевого ударного вертолёта

Калухин М.Н., Антоненко И.Д., Пушкалов А.И.
Научный руководитель — д.т.н. Кузнецов А.Д.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
m.kaluhin@yandex.ru

Концепция летающей боевой машины пехоты, совмещающей ударные и десантные функции, зародилась в середине 60-х годов прошлого века. Первым таким вертолётом в нашей стране, способным эффективно поддерживать наземные войска и решать иные специфические задачи, стал универсальный армейский боевой вертолёт Ми-24. Он изначально задумывался как средство поддержки мотострелковых частей и подразделений, уступавших танковым частям по огневой мощи. Такое предназначение боевой машины предполагает наличие десантной (грузовой) кабины, бронирование жизненно важных отсеков и агрегатов и высоких лётно-технические характеристик вертолёта.

Состоящие на вооружении ВВС РФ вертолёты Ми-24 проходят глубокую модернизацию. Вместо металлических лопастей используют лопасти из композиционных материалов, шарнирную втулку несущего винта заменяют втулкой с упругими элементами и т.д. Итогом глубокой модернизации Ми-24 стал вертолёт Ми-35М, в котором реализованы последние достижения вертолётостроения, что подтверждает правильность выбранной концепции универсального армейского боевого вертолёта — летающей боевой машины пехоты. Однако на этом совершенствование данного вертолёта не заканчивается. Ещё не полностью решены вопросы удобства его технического обслуживания. Так, например, осмотр после боевого вылета тросовой проводки управления рулевым винтом и стабилизатором, а также валов трансмиссии передачи крутящего момента от коробки приводов до промежуточного редуктора затруднён по причине сложного доступа к ним через люк радиоотсека в хвостовую балку. Эта проблема может быть решена заменой исходной хвостовой балки на модернизируемую. Вновь устанавливаемая хвостовая балка должна иметь легкосъёмные крышки (капоты), что позволит получить быстрый доступ к хвостовым валам и гибкой проводке управления рулевым винтом и стабилизатором. Аналогичное конструктивное решение применено на боевом ударном вертолёте Ми-28Н. Однако установка такой хвостовой балки потребует расчёта на прочность, так как её конструкция была изменена.

Список литературы:

1 Платунов В.С. «Методология системных военно-научных исследований авиационных комплексов» — М.: Издательство «Дельта», 2005 г.

2 Болховитинов О.В. и др. Боевые авиационные комплексы и их эффективность. — М: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 2008, с. 95—113.

Определение областей динамической неустойчивости для лопасти несущего винта вертолёта при гармоническом воздействии ветра

Каргаев М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Игнаткин Ю.М.
МАИ, Москва
kargaev_mv@mail.ru

Возможность статической потери устойчивости лопасти несущего винта вертолёта под действием ветра была показана в [1]. Каждый раз, когда под действием статической нагрузки определённого вида возможна потеря статической устойчивости, под действием вибрационной нагрузки возможна потеря динамической устойчивости [2].

При математическом рассмотрении скорости ветра можно выделить её постоянную и пульсационную составляющие. Последняя, с достаточной для практических целей точностью, может быть представлена в виде гармонического закона. Такая ветровая нагрузка оказывается

параметрической по отношению к поперечным деформациям лопасти. Параметрически возбуждаемые колебания, являющиеся спутником вынужденных колебаний, сходны с ними по внешним проявлениям и поэтому иногда могут квалифицироваться как обычные резонансные колебания. Однако если обычный резонанс вынужденных колебаний имеет место при совпадении собственной и вынужденной частот, то параметрический резонанс наступает при совпадении возбуждающей частоты с удвоенной частотой собственных колебаний. Область неустойчивости, лежащая вблизи такой возбуждающей частоты, является наиболее опасной и имеет наибольшее практическое значение. Эта область также известна как главная область динамической неустойчивости. Другое существенное отличие параметрического резонанса состоит в возможности возбуждения колебаний при частотах, меньших, чем частота главного резонанса. Наконец, качественно новое в параметрическом резонансе — это наличие сплошных областей возбуждения (областей динамической неустойчивости).

В настоящей работе нелинейное уравнение нестационарного ветрового нагружения зашвартованной лопасти несущего винта вертолёта, методом Галеркина, с использованием тригонометрических рядов Фурье, сводится к системе дифференциальных уравнений. Эти уравнения представляют собой разновидность уравнения Матье с нелинейной функцией прогибов, скоростей и ускорений, описывающие параметрические колебания лопасти, под действием гармонически изменяющегося ветрового потока. Для отыскания границ областей динамической неустойчивости рассмотрены однородные системы уравнений, соответствующие установившимся периодическим колебаниям. Условием существования которых, является равенство нулю определителей полученных однородных систем. Это положение сохраняет свою силу и в том случае, когда система содержит бесконечное число неизвестных. Таким образом, получены уравнения критических частот, связывающие частоты ветра с собственной частотой лопасти и величиной скорости ветра. Откуда, найдены замкнутые решения для критических частот и коэффициентов возбуждения, соответствующие первой, второй и третьей областям динамической неустойчивости.

Список литературы:

1. Каргаев М.В., Мироненко Л.А. Статическая устойчивость незашвартованных лопастей несущего винта вертолёта, находящегося на стоянке под воздействием ветра// Вестник Московского авиационного института. 2018. Т. 25. №2. С. 43—51.

2. Болотин В.В. Динамическая устойчивость упругих систем. – М.: Гостехиздат, 1956. — 600 с.

Разработка методики проектирования деталей ЛА из полимерных композиционных материалов

Кисин И.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Завалов О.А.
МАИ, Москва
kisinid@mail.ru

Полимерные композиционные материалы широко применяются в производстве авиационной техники и на сегодняшний день доля агрегатов и узлов, изготовленных из ПКМ в гражданских авиалайнерах, достигает 50%. Это связано с возможностью оптимизировать характеристики и геометрические параметры отдельных конструктивных элементов планера, что позволяет получить выигрыш в массе по сравнению с традиционными материалами. Особенность полимерных композиционных материалов заключается в более сложном процессе разработки конструкторской документации, требующий соблюдения собственных стандартов и нормативов.

Целью исследований является разработка методов проектирования деталей авиационной техники из полимерных композиционных материалов, что подразумевает под собой карту разработки конструкторской документации, структурирующую процесс разработки и обладающую функцией руководства с правилами и рекомендациями, а также ограничениями в применении материалов, способов изготовления и характеристик конструкции в типовых случаях.

Данное исследование обязывает проанализировать существующие процессы разработки и утверждения конструкторской документации на детали из полимерных композиционных материалов на предприятиях, определить основные проблемы и найти пути их решения.

Для решения этих вопросов необходимо составить методику по проектированию деталей из ПКМ, учитывающую особенности технологии производства, в виде структурированного процесса, описывающего последовательность действий как ответственного конструктора, так и его обязательного многоэтапного взаимодействия с технологами, прочнистами, смежными подразделениями и производством. Также встаёт вопрос о необходимости создания внешнего органа, отвечающего за подбор актуальных материалов и применяемых в мире технологий, а также оптимальных конструктивных особенностей деталей из ПКМ. Данная методика позволит оптимизировать и ускорить процесс разработки конструкторской документации на детали из полимерных композиционных материалов, применяемых в ЛА, а также увеличение процента применения их в конструкции.

Исследование композитных панелей с поверхностными дефектами типа расслоений с учётом различных факторов при сжатии

Клесарева М.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Митрофанов О.В.
МАИ-ШТУ, Москва
marina.klesareva@gmail.com

Структуры и компоненты авиационных конструкций, выполненные из КМ (композиционных материалов), требуют обязательного подтверждения прочности к устойчивости к различным типам разрушений [1], например, таким как едва видимые дефекты. Одним из видов таких дефектов являются расслоения. [2] Подобные разрушения ведут к деградации прочностных характеристик, особенно это наблюдается после проведения дополнительных испытаний на сжатие по ASTM D 7137. [3]

В данной работе проводилось моделирование испытаний на сжатие конструктивно-подобных образцов с расслоениями в целях исследования поведения прочностных характеристик с учётом различных факторов.

В ходе данного исследования рассматривались следующие задачи:

• Изучение влияния дефектов типа расслоений (размер дефекта и его расположение по толщине);

• Рассмотрение влияния несимметричности укладки на деформированное состояние панели для дальнейшего определения возможных остаточных напряжений и расчётного определения НДС (напряжено-деформированного состояния) в локальных зонах расслоений при сжатии. [4]

Для изучения механизма подобных вопросов используются различные численные методы. Одним из таких является VCCT. The virtual crack closure technique (VCCT) был успешно использован для изучения роста и развития расслоений с учётом начальной зоны расслоения. С помощью данного метода производится расчёт расслоений на основе механики разрушения, включая в себя критерий смешанных мод (GI, GII, GIII). [5]

Для моделирования был использован конечно-элементный пакет Abaqus/CAE 2017. [6]

Список литературы:

1. Рекомендательный циркуляр АС20 — 107В. Конструкция из композиционных материалов, 08.09.2009.
2. Robert M. Jones Mechanics of composite materials — Taylor & Francis, 1999, 277.
3. ASTM D 7136. Стандартная методика проведения испытаний для измерения остаточной прочности на сжатие повреждённой пластины из композита с полимерной матрицей.
4. Васильев В.В. Механика конструкций из композиционных материалов — И.: Машиностроение, 1988.
5. O.A. Bauchau, J.I. Craig Structural Analysis — Springer Science + Business media, 2009, 395-581.
6. http://dsk.ippt.pan.pl/docs/abaqus/v6.13/index.html.

Создание индивидуальной парашютной системы специального назначения

Комаров М.В.
АО «НИИ парашютостроения», Москва
komar106@yandex.ru

Предпосылками к созданию индивидуальной парашютной системы специального назначения АС-1 «Шанс» в АО «НИИ парашютостроения» послужили трагические случаи, при которых людям приходилось выпрыгивать из окон из-за отсутствия другого выхода во время пожаров или других чрезвычайных ситуациях. В качестве примера сюда можно отнести пожар во Владивостоке 2006 года и теракт 11 сентября с башнями близнецами в Соединённых Штатах Америки.

Парашютная система «Шанс» является индивидуальным автономным устройством не связанное со зданием и максимально автоматизирует процесс спуска. Минимальная высота применения 50 метров. Парашютная система состоит из трёх парашютов, изготовленных из ткани с частичной воздухопроницаемостью. Благодаря запатентованной конструкции парашют быстро наполняется воздухом и раскрывается, что и обеспечивает малую высоту применения. Даже при соприкосновении со стеной здания или сооружения парашюты не сложатся.

Для использования парашютной системы необходимо надеть её на себя, подогнать её по своим габаритам путём подтягивания всего 2 лент подвесной системы, зацепить вытяжное звено за батарею или за другой неподвижный элемент и выпрыгнуть. Вытяжное звено вытянет парашют со стропами и парашют будет введён в действие, обеспечив приземление с горизонтальной скоростью до 7 м/с.

Парашютная система прошла предварительные и приёмосдаточные испытания. Было совершенно около 500 сбросов. Сбросы проводились с крана и с крыши здания.

Парашютная система «Шанс» получила сертификат соответствия от органа по сертификации снаряжения и оборудования для введения аварийно-спасательных работ СДС АСС МЧС России ООО «НСЦ «Аспект-СЕРТ».

Синтез технической системы регионального самолёта с согласованием планера и двигателя в концептуальном проектировании

Коноплева В.М., Васин С.С.
Научный руководитель — к.т.н. Скворцов Е.Б.
ЦАГИ, Жуковский
viktoriya.konopleva@tsagi.ru

Одной из самых высокотехнологичных отраслей, оказывающей влияние на темпы научно-технического прогресса в целом, является авиационная. Приоритетными задачами для повышения конкурентоспособности современных летательных аппаратов (ЛА) являются: сокращение сроков разработки образцов ЛА, высокая степень унификации систем и оборудования, единые стандарты качества. Опыт развития авиационной индустрии в последние годы подтверждает необходимость системного рассмотрения в вопросах управления научными проектами. Основным средством повышения эффективности управления является разработка методологии проектного управления, где концептуальное проектирование является начальной стадией жизненного цикла уникального изделия.

Процесс концептуального проектирования представлен как цикл сменяющих друг друга этапов, таких как 0. «Истоки проекта», 1. «Анализ концепции», 2. «Синтез системы», 3. «Аналогия натуры». Любой проект начинается с исследования конкурентной среды, прогноза внешних рисков. Результатом Этапа 0 является принятие решения о создании ЛА с дальнейшей проработкой технического задания или отказе от этого проекта. Переход к Этапу 1 осуществляется в случае положительного решения о необходимости создания ЛА, где на основе установленных требований разрабатывается ряд концепций, из которых в дальнейшем,

методами многодисциплинарных исследований, выбирается наиболее конкурентоспособная. При этом выбор концепции не эквивалентен выбору системы. В рамках одной концепции реализация ЛА может быть представлена несколькими системами. Настоящая работа посвящена формированию метода согласования характеристик планера и двигателя на Этапе 2 «Синтез системы», где центральную роль играет непротиворечивое объединение разнородных технологических разработок в интегральном объекте исследования, что в дальнейшем позволяет перейти к Этапу 3, посвящённому экспериментальным исследованиям ключевых технологий объекта в доказательство его технической осуществимости и верификации проекта.

Летательный аппарат является сложной системой, в которую входят разные технические подсистемы. Для создания оптимальной системы самолёта с согласованными характеристиками планера и двигателя необходима следующая последовательность действий:

1. стратификация локальных систем;
2. формирование блока согласования локальных систем;
3. выбор критерия оптимальности;
4. поиск условий согласования;
5. оптимизация характеристик по выбранному критерию эффективности;
6. определение рациональных параметров согласованных локальных систем;
7. рекомендации по развитию интегральной объектовой системы самолёта.

Сложную систему описать полно и детально довольно затруднительно. Классическая дилемма состоит в нахождении компромисса между простотой описания и необходимостью учёта многочисленных характеристик типа «вход-выход» для сложной системы. Разрешение этой дилеммы ищется в иерархическом описании. Для решения специализированных задач выделяются подсистемы, каждая подсистема разделяется на страты с рядом характерных особенностей и переменных, законов и принципов, с помощью которых и описывается поведение системы. В страте имеется свой собственный набор переменных, однако есть набор выходных переменных, связывающих между собой различные уровни страт. После процедуры деления системы на подсистемы осуществляется формирование блока согласования, а именно принимается решение какие подсистемы будет подвергнуты оптимизации и согласованию.

При этом выполнить определённые заданные требования к самолёту возможно различными способами. Задача оптимального согласования характеристик элементов самолёта заключается в том, чтобы желаемый результат обеспечивался наилучшим образом, обеспечивающим получения максимума или минимума некоторой целевой функции — критерия эффективности — позволяющей судить о степени совершенства самолёта. Выбор критерия сам по себе часто является сложной задачей, так как не всегда удаётся всё многообразие параметров и характеристик самолёта свести к одному или хотя бы к нескольким показателям. Ошибки же в выборе критерия приводят к излишним затратам сил и средств в процессе создания и эксплуатации самолёта.

Для того чтобы комплекс подсистем был интерпретирован как единое целое, необходимо исследовать условия согласования локальных решений на различных уровнях управления, а также изучить проблемы взаимосвязи между специализированными подсистемами. Осуществляется поиск функциональных зависимостей между переменными различных подсистем.

Далее решается оптимизационная задача на едином поле переменных. В зависимости от характера задачи подбирается математический метод, позволяющий решить поставленную задачу.

Результатом оптимизации является перечень рекомендаций по развитию интегральной объектовой системы самолёта.

Разработка электрической трансмиссии в рамках проектирования вертолёта нового поколения

Корнишов К.И.
Научный руководитель — Трофимов А.А.
МАИ, Москва
konkornheli@mail.ru

На сегодняшний день наблюдается фактическое достижение предела развития технологий, применяемых в авиастроении. Силовая установка, планер и многие другие составляющие летательного аппарата в нынешнем исполнении уже достигли пика своего развития. Последующее улучшение характеристик позволит получить лишь незначительный прирост эффективности в 1-2% при несоизмеримо больших затратах на модернизацию имеющихся технологий. Таким образом, разработчики подходят к проблеме внедрения принципиально новых технологий в авиационную отрасль. В исследовании рассматривается возможность создания электрического вертолёта в качестве одного из перспективных направлений в развитии вертолётной техники нового поколения.

Показаны предпосылки разработки ВКЛА нового поколения, а также обоснована необходимость перехода на электричество в качестве основного источника энергии на борту. Описаны преимущества использования электрической силовой установки.

В исследовании проведён анализ уровня готовности технологий (УГТ), необходимых для создания электрического вертолёта, рассмотрены характеристики и УГТ существующих агрегатов и узлов, которые возможно использовать для создания электрического вертолёта.

По результатам анализа уровня готовности технологий сделан следующий вывод: в настоящее время невозможно создать полностью электрический вертолёт. Для создания электрического вертолёта было принято решение о поэтапной разработке.

Выделены 3 основных этапа разработки электрического вертолёта, составлено описание каждого из этапов:

• Этап №1 — вертолёт с электрическим приводом рулевого винта;

• Этап №2 — вертолёт с последовательной гибридной силовой установкой и электрическими приводами несущего и рулевого винтов;

• Этап №3 — полностью электрический вертолёт.

Рассмотрена возможность разработки электрического вертолёта 1-го этапа, поставлены цели и задачи, которые необходимо отработать на данном этапе проекта.

В качестве вертолёта-демонстратора технологий выбран вертолёт, спроектированный по одновинтовой схеме.

Приведено описание архитектуры электрического вертолёта. 1-ый этап подразумевает отказ от хвостовой части механической трансмиссии и замену её на электрическую трансмиссию. Оригинальная трансмиссия вертолёта, состоящая из главного редуктора, хвостового вала, хвостового и в ряде случаев промежуточного редуктора заменяется на электрическую: модифицированный главный редуктор, генератор, электрический преобразователь, провода, аккумулятор и электрический привод рулевого винта.

Для определения целесообразности построения электрического вертолёта проведён массовый анализ и сравнение трансмиссий оригинального вертолёта и предлагаемого электрического вертолёта 1-ого этапа.

По результатам массового анализа получено значение массы электрической трансмиссии.

По результатам проведённого исследования сформирован перечень систем, которые необходимо исследовать для установки на борт электрического вертолёта 1-го этапа: топливная система (изменение объёма топливного бака), система управления (согласование вращения несущего и рулевого винтов, в том числе в случае перехода на режим авторотации) и другие.

Учебно-лабораторный роботизированный фрезерный комплекс, отвечающий требованиям производственной среды «Индустрия 4.0»

Косарев Н.Н., Борисов И.Е., Шварц А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Поседко В.Н.
Московский Политех, Москва
kosarevnikolai3@gmail.com

В рамках Четвертой промышленной революции ключевым аспектом становится цифровое производство — основа концепции промышленной среды «Индустрия 4.0», тесно связанная с интенсивным внедрением киберфизических систем на производстве.

Производственная среда «Индустрия 4.0» подразумевает совместное использование уже существующих и новых технологий, концепций и подходов, объединение их в единую, но распределённую «умную» систему. К технологиям, без которых невозможна реализация данной среды, относятся:

- Киберфизические системы;
- Промышленный интернет вещей;
- Облачные вычисления;
- Большие данные;
- Дополненная реальность;
- Умные машины и Автономные роботы;
- Горизонтальная и вертикальная интеграция.

Согласно Указу Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», п. 20а, предусмотрен «Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создания систем обработки больших объёмов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта». В настоящее время промышленность переживает переломный момент, который именуют «Четвертой промышленной революцией».

Одним из факторов, сдерживающих вхождение РФ в цифровую экосистему, является дефицит специалистов, обладающих компетенциями в области «Индустрии 4.0» и отсутствие цифровой культуры.

Для ликвидации дефицита высококвалифицированных специалистов на кафедре «ТиОМ» московского политехнического университета было принято решение разработать систему взаимосвязанных учебно-лабораторных роботизированных комплексов, демонстрирующих принципы производственной среды «Индустрия 4.0».

Первым было решено спроектировать фрезерный учебный роботизированный технологический комплекс, который затем предполагается дополнить токарным и гравировальным комплексами и транспортной системой. Проектируемый РТК включает четыре технологических объекта (конвейер, промышленный робот, фрезерный станок и накопитель), способных взаимодействовать как между собой (внутри одного уровня), так и с надсистемами (межуровневое взаимодействие), что позволит продемонстрировать принципы горизонтальной и вертикальной интеграции. Для этого необходимо создать программно-аппаратную базу, локальные системы управления для каждой технологической единицы, оснастить оборудование датчиками для сбора информации о производственном процессе, организовать интерфейсы для передачи, хранения и обработки информации, разработать алгоритмы действия для различных штатных и нештатных ситуаций. Управление согласованной работой технологических объектов будет осуществляться с помощью SCADA-подобной системы LabVIEW, которая, по совместительству, является связующим звеном, между «умным производством» и системой PLM, отвечающей за весь жизненный цикл изделия, начинающийся с конструкторской проработки и продолжающийся до реализации конечному пользователю. Наличие интерфейса SCADA-PLM/MES позволяет считать, что разрабатываемый РТК отвечает требованиям промышленной среды «Индустрия 4.0»

Список литературы:
1. Klaus Schwab «The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond» // Foreign Affairs. — 2016. Режим доступа: https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond
2. Потенциал конкурентного выпуска // Эксперт. — 2017. — №7 (1017). — С. 30-35.
3. Ермак С. Буржуазная революция на марше // Эксперт. — 2017. — № 8(1018). — С. 30-33.
4. Гуськова Н.Д., Неретина Е.А. «Предпосылки формирования и ключевые положения концепции «Индустрия 4.0»» — 2017.

Анализ концепции пассажирского самолёта интегральной схемы типа Flying-V

Курочкин Д.С., Гвоздев Н.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Гуревич Б.И.
ЦАГИ, Жуковский
fool.linkip@yandex.ru

Ранее сотрудниками ЦАГИ была выполнена оптимизация по многим параметрам самолёта пассажировместимостью порядка 300 пасс. и получен готовый проект ЛК-R, самолёта в схеме типа BWB. На этом этапе решились критические проблемы, связанные с нагружением избыточным давлением плоских панелей благодаря использованию сетчатой и ферменной конструкции. Но имеющиеся проблемы с обеспечением аварийного покидания салона и некомфортным для обслуживания салона (перевозка продуктовых тележек) углом наклона пола пассажирской кабины, а также не решённая до конца проблема «вредной» интерференции силовой установки и планера стоит рассмотреть другие типы КСС.

Внимание заслуживает проект V-образного на форме в плане самолёта типа летающее крыло. Исследование такой компоновки впервые были продемонстрированные в NASA ещё в 90-ые годы под названием

Chaplin V-wing. Конструкция представляет 2 фюзеляжа, вытянутые вдоль трапеции несущего крыла с большой стреловидностью и отклонёнными вертикальными оперениями на конце крыла. Силовая установка интегрирована в конструкцию «крыла», что позволяет добиться минимального сопротивления, но значительно усложняет сервисное обслуживание двигателей. Из-за большой стреловидности крыла сложно реализовать развитую механизацию. Проблему удалось избежать концепции «Flying-V», предложенную в патенте от компании Airbus.

В середине 2019-х годов компания KLM Airlines и университет TU Delft представила свою версию концепции «Flying-V». В этой работе была предложена идея коммерческого пассажирского самолёта. Предварительные оценки указывают на потенциальные преимущества новой концепции под названием «Flying-V» над эталонным самолётом A350-900: на 10% выше L/D, на 2% ниже масса, компактная и простая конфигурация и низкий уровень шума (экранирование двигателей от Земли). Кроме того, самолёт будет перевозить примерно такое же количество пассажиров — 314 в стандартной компоновке. Пассажирский салон, багажный отсек и топливные баки будут расположены в крыльях.

В рамках исследования концепции самолёта «Flying-V» была проведена работа по оценке некоторых характеристик проекта. Были выполнены несколько вариантов компоновки самолёта. В оптимальной конфигурации обеспечивается размещения 308 пассажиров в 3 классной компоновке, 32 контейнеров типа LD-4 и топливных баков, расположенных в концевой зоне регулярной части крыла. По сравнению с конфигурациями ЛК, которые рассматриваются на фирме Боинг и в ЦАГИ, на V-образном самолёте значительно проще решается проблема аварийного покидания самолёта. Благодаря выносу двигателей за заднюю кромку крыла решена очень сложная проблема «вредной» интерференции планера и силовой установки, а также проблема, связанная с обеспечением технического осмотра двигателей. Особенностями новой конфигурации является аэродинамика крыла очень большой стреловидности и конструкция самолёта в зоне пассажирской и грузовой кабины, промежуточная между конструкцией классического крыла и фюзеляжа.

За счёт того, что пассажирский салон расположен вдоль планера самолёта, стреловидность которого по передней кромке ~ 65°, (пассажирские кресла не перпендикулярны направлению полёта) при полёте на человека будет действовать дополнительная боковая перегрузка, сложно воспринимаемая человеческим организмом. При увеличении угла скольжения n_z будет увеличиваться, создавая некоторый дискомфорт пассажирам, особенно сидящим на последних рядах экономического класса. При крене самолёта, будет возникать дополнительные перегрузки n_y.

Была проведена оценка аэродинамического качества схемы в сравнении с конкурентами по рынку и с имеющимися проектами в ЦАГИ. Исходя из расчётов следует, что самолёт проекта «Flying-V» сможет иметь максимальное аэродинамическое качество Кмах > 24 на Мкр ~ 0.85. Относительная толщина профиля в зоне пассажирской кабины может составить ~ 15%. Расчётно доказано, что благодаря большой стреловидности можно реализовать Мкр ~ 0.92 на α = 3° при Су ~ 0,3, Сх ~ 0,016 и Кмах ~ 20, что заметно скажется не только на дальности и продолжительности полёта, но и на топливной эффективности. Было получено "полочное" распределение давление и выявлен существенный принцип аэродинамического проектирования такой схемы, связанный с особенностями крутки, а именно на месте изменения стреловидности крутка меняется в обратном направление.

Далее было проведено исследование запаса продольной статической устойчивости самолёта с использованием инженерных вычислительных программ. Было определено положение аэродинамического фокуса. Расчёт проводился при числе M = 0.85, и показал, что: (X_T)отн=0.09, (X_F)отн=0.2.

Несмотря на проблемы с обеспечением необходимого уровня комфорта пассажиров, все представленные выше информационные, проектировочные и расчётные выкладки подтверждают актуальность проекта и показывают необходимость проведения детального многодисциплинарного исследования технологии «Flying-V».

Способы улучшения взлёта беспилотных воздушных судов (БВС)

Лаврентьева А.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Левшонков Н.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
lavrentevanasta2468@mail.ru

В связи с бурным развитием беспилотной авиации и увеличением массы и габаритных размеров беспилотных воздушных судов (БВС) в настоящее время ставятся задачи по оборудованию специализированных взлётно-посадочных площадок в местах предполагаемой эксплуатации. Вместе с тем необходимо исследовать способы эксплуатации БВС без применения дорогостоящего оборудования. Такая задача актуальна для применения БВС в сфере мультимодальных грузоперевозок в ближайшем будущем.

Беспилотное воздушное судно — это разновидность летательного аппарата, управление которым осуществляется системой автоматического управления, либо оператором с земли. К основным функциям БВС в оборонных целях относятся разведка, наблюдение и сбор информации, а также нанесение высокоточных ударов. В настоящее время наблюдается значительный рост применимости этих летательных аппаратов и в гражданских целях.

Рабочий цикл БВС состоит из четырёх основных этапов:

1) взлёт/запуск;
2) полёт;
3) посадка;
4) транспортировка/хранение.

На всех этапах БВС проходит соответствующие виды регламентированных подготовок. В настоящей работе этап выполнения полётного задания не рассматривается.

Существует несколько основных способов запуска беспилотного воздушного судна:

- с рук;
- с катапульт;
- с физической трубой;
- взлёт со взлётно-посадочной полосы.

Способ запуска выбирается в зависимости от габаритных и массовых характеристик летательного аппарата.

Самый простой способ — запуск с рук. Применяется для аппаратов до 5 кг и не требует специального оборудования. Этот способ имеет умеренные ограничения по погодным условиям и времени суток.

Для запуска малоразмерных беспилотных летательных аппаратов массой 15-50 кг широко используют пусковые устройства, такие как катапульты, позволяющие совершить быстрый и эффективный взлёт летательного аппарата с силовой установки сравнительно небольшой мощности.

Различают два вида катапульт:

1) механическая/пневматическая — используется энергия сжатого воздуха;

2) эластичная/резиновая — используется энергия растяжения эластичного шнура.

Конструкция катапульт выполняется модульной, что позволяет снизить габаритные размеры для транспортировки и время сборки. Основным требованием является надёжность, которая требуется для работы в различных климатических условиях.

Самым новейшим способом запуска БВС является запуск с пушки/ трубы. В исходном положении летательный аппарат находится в положении со сложенным крылом. Во время запуска за счёт увеличения давления придаётся ускорение БВС. После вылета воздушное судно раскрывает своё крыло и набирает высоту. Данный метод подходит для БВС, масса которых составляет 1,5 – 2 кг.

Со взлётной полосы взлетают в основном крупногабаритные воздушные судна, масса которых достигает нескольких тонн. Для эксплуатации БВС вертолётного типа можно использовать вертолётные площадки.

Погодные условия значительно влияют на время взлёта и управляемость БВС. При малых размерах БВС даже небольшой ветер может значительно осложнить взлёт. Проблема бокового и встречного ветра также актуальна и для крупногабаритных БВС.

Решение этой проблемы построено на предложении, что БВС движется в том направлении, которое отображается по данным с телеметрии или со спутников. Временные задержки в передачи данных не оказывают существенного влияния на процесс. Однако, сильные ветра, особенно поперечные, нарушают это предположение. Существует два подхода: это вычисление вектора ветра из доступной информации и использование обратной связи с БВС, которая разницу между отображаемым направлением полёта и действительным определяет, как ошибку с последующей её коррекцией. В результате БВС адаптируется к ветру поворотом, необходимым для его движения вдоль желаемого курса.

Траектория полёта определяется в зависимости от физики взлёта. В случае запуска БВС с трубой/пушкой сам механизм устанавливается под определённым углом. Этот угол наклона как бы создаёт имитацию взлётного угла атаки самолёта. Чем больше угол, тем ниже коэффициент подъёмной силы, и наоборот, что в последствии влияет на дальность полёта. Летательные аппараты, взлетающие самостоятельно без мускульной силы человека, или же без помощи механических способов запуска, движутся по глиссаде.

Таким образом, изучив известные методы запуска БВС можно привести несколько способов улучшения взлёта. Во-первых, уменьшить время запуска летательного аппарата, что включает в себя подготовку и установку необходимых для этого механизмов. Во-вторых, уменьшить влияние погодных условий при взлёте БВС.

Список литературы:

1. Лебедев А.А., Карабанов В.А. Динамика систем управления беспилотных летательных аппаратов. — М.: Машиностроение, 1965;

2. Левшонков Н.В. Беспилотный аппарат легче воздуха: Материал VI Всероссийской научно-технической конференции. Т.1. Казань: Изд-во Казан, гос. техн. ун.-та, 2011. 596 с. — с. 155-158.

3. Ганин С.М., Карпенко А.В., Колногоров В.В., Петров Г.Ф. Беспилотные летательные аппараты СПб, «Невский бастион», 1999, -160 с.

К вопросу о сравнении технических решений по влиянию на лётно-технические характеристики летательного аппарата

Лаушин Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Клягин В.А.
МАИ, Москва
laushin.d@yandex.ru

При разработке авиационного комплекса (АК) приходится сталкиваться с принятием технических решений, в которых происходит противоречие массы летательного аппарата (ЛА) и его аэродинамического сопротивления, взлётно-посадочных и лётно-технических характеристик (ЛТХ) и т.д. На всех стадиях проектирования вносятся различные изменения и улучшения, сравниваются варианты конструкторских решений. Для оценки принимаемых технических решений необходимо связать частные изменения различных параметров (весовых, аэродинамических характеристик, характеристик силовой установки) с изменением ЛТХ самолёта.

Решение подобной задачи может дать метод градиентов, основанный на линеаризации малых (конечных) приращений независимых параметров ЛА. Метод основан на следующих допущениях:

1) Частные изменения параметров, если они вносятся одновременно, непосредственно не связаны между собой, являются независимыми и определяются для каждого проекта индивидуально;

2) Изменения относительно малы (не превышают 10...15 %).

Рассмотрим принятые допущения. При значительном отклонении параметров от номинальных значений (больше 10…15%), базовый вариант ЛА может начать кардинально меняться, например, из-за компоновочных решений, требований к радиолокационной заметности и т.д. Это в свою очередь будет противоречить п. 1, так как среди ранее независимых параметров начнёт появляться взаимовлияние, пренебрежение которым значительно ухудшает точность подхода и делает его неприменимым. Например, значительное увеличение тяги за счёт увеличения расхода воздуха приведёт к увеличению диаметра двигателя. Это в свою очередь приведёт к увеличению сопротивления за счёт возросшей площади миделевого сечения или отклонения графика площадей от начальной формы.

Из первого допущения следует, что полный дифференциал критерия оценки (f) — заданной в тактико-техническом задании ЛТХ — имеет вид:

df=(df/da1)*da1+ (df/da2)*da2+…+(df/dan)*dan, где a — параметр ЛА.

Слагаемые правой части уравнения представляют собой градиенты ЛТХ. Производные df/da1, df/da2, … df/dan являются весовыми коэффициентами параметров.

Удобство метода градиентов заключается в том, что весовые коэффициенты могут быть заранее выведены из формульных зависимостей, а приращения параметров (Δm, ΔP, ΔCe и т.д.) определяются на основе статистических данных, математического моделирования или экспертным путём на основе опыта специалистов.

Метод градиентов позволяет:

1) Определить влияние на ЛТХ самолёта каждого из параметров;

2) Выявить, какой из параметров оказывает наибольшее влияние на ЛТХ;

3) Вычислить суммарное влияние приращений параметров на критерий оценки — ЛТХ самолёта.

Метод градиентов позволяет сравнить между собой частные изменения параметров при одинаковом конечном результате, дать оценку целесообразности проектно-конструкторских решений.

Особенности проектирования воздушных винтов беспилотных летательных аппаратов с электрической силовой установкой

Луханин В.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Артамонов Б.Л.
МАИ, Москва
luhanin-vladimir96@mail.ru

В последние годы растёт количество БПЛА, на подавляющем большинстве которых в качестве движителя используется воздушный винт. Среди них выделяется особый класс аппаратов, оснащённых электрическим приводом от аккумуляторных батарей. Поскольку характеристики современных аккумуляторов весьма ограничены, важное значение имеет повышение энергетической эффективности системы "винт — электродвигатель" как за счёт повышения КПД силовой установки, так и воздушного винта. Решение этой задачи может расширить технические возможности и экономическую эффективность данного класса БПЛА. Процесс проектирования воздушных винтов таких ЛА имеет принципиальные особенности и в недостаточной степени освещён в литературе.

Основные проблемы создания БПЛА с электроприводом винтов.

1. Невысокие удельные характеристики аккумуляторов и солнечных батарей, используемых для их подзарядки.

2. Вследствие малой размерности и низких скоростей полёта БПЛА обтекание лопастей их воздушных винтов происходит при малых числах Рейнольдса, где аэродинамические профили имеют низкое аэродинамическое качество и сложную зависимость коэффициентов аэродинамических сил от угла атаки [1, 2].

3. Изготовление сложных и миниатюрных механизмов управления лопастями винта и самих лопастей из-за малой размерности вызывает значительные трудности.

4. Электрические двигатели имеют характеристики с явно выраженными максимумами располагаемой мощности на валу и электрического КПД по оборотам электродвигателя, причём экстремальные значения оборотов для них не совпадают [3]. Поэтому производители малоразмерных электродвигателей подбирают воздушные винты к электродвигателям этого класса исключительно опытным путём.

5. Условия работы воздушных винтов БПЛА (скорости и высоты) существенно меняются в течение полёта БПЛА вертикального взлёта и посадки, конвертируемых и других типов электрических ЛА.

6. Жёсткие требования к взлётно-посадочным характеристикам БПЛА.

Основные направления решения обозначенных проблем.

1. Низкие удельные характеристики существующих электронных компонентов приводят к необходимости минимизации электрической мощности, потребляемой винтомоторной группой. Для этого необходимо разработать алгоритмы расчёта совместно работающих электродвигателя с известной внешней характеристикой, управляемого по оборотам, и воздушного винта с заданной геометрией лопастей.

2. Для повышения аэродинамического качества профилей при малых числах Рейнольдса следует применять специальные профили. Необходимо рассмотреть вопросы искусственной турбулизаци обтекания, применения разрезных профилей, профилей типа Кляйна-Фогельмана, лопастей с острой передней кромкой, увеличение числа Рейнольдса за счёт применения однолопастного винта и других возможных решений [4, 5]. Целесообразно использовать аэродинамические профили со слабо зависимыми от точности изготовления характеристиками.

3. Для повышения КПД воздушных винтов следует подбирать оптимальную аэродинамическую крутку лопасти с учётом работы винта на различных режимах полёта БПЛА.

4. Использование стендов для измерения электромеханических характеристик двигателей. Проведение стендовых испытаний совместно работающих электродвигателя и воздушного винта для оценки достоверности алгоритмов расчёта.

5. Оптимизация винта по профилю полёта БПЛА [6] с использованием в качестве критерия дальности при заданном профиле его полёта и массе аккумуляторов.

6. Обеспечение заданных дистанций разбега и пробега путём моделирования этих режимов в процессе оптимизации винта, что фактически является решением задачи на условный экстремум.

7. Сравнительный анализ различных схемных вариантом БПЛА с поворотными винтами, отдельными подъёмными и маршевыми двигателями.

Поэтапное решение этих задач позволит создать конструкцию БПЛА, обеспечивающую конкурентоспособные лётно-технические характеристики.

Список литературы:

1. Брусов В.С., Петручик В.П., Морозов Н.И. Аэродинамика и динамика полёта малоразмерных беспилотных летательных аппаратов / Под ред. В.С. Брусова. М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. 340 с.

2. Брусов В.С., Петручик В.П., Кузнецов А.В. Исследования аэродинамических характеристик профилей крыла беспилотных летательных аппаратов с малыми скоростями и большой высотой полёта. Вестник МАИ, 2013. Т. 20. № 3. С. 19-31.

3. https://www.dji.com/ru/e2000/info

4. Липин А.В., Остроухов С.П., Серохвостов С.В., Устинов М.В., Флаксман Я.Ш., Шустов А.В. Экспериментальное исследование зависимости характеристик воздушного винта от числа Рейнольдса. /Учёные записки ЦАГИ. 2007. Том XXXVIII. № 3-4. с. 102—111.

5. Noth A. Design of solar powered airplanes for continuous flight, for the degree of doctor of technical sciences, ETH Zurich, 2008.

6. Monk J.S. The aerodynamic design of an optimised propeller for a high altitude long endurance UAV. 23rd International Congress of International Council of Aeronautical Sciences. 2002-5104.1-10.

Перспективы развития электрических летательных аппаратов

Макаров А.В.
Научный руководитель — Серпичева Е.В.
МАИ, Москва
sanek-avm@mail.ru

В современном мире существует проблема загрязнения атмосферы в связи с использованием газотурбинных и поршневых двигателей, которые используют углеводородное топливо.

Электрификация самолёта имеет ряд существенных преимуществ:

1) Снижение уровня шума, исходящего от двигателей летательного аппарата.

2) Уменьшение выбросов оксидов азота на взлёте, посадке, крейсерском режиме полёта.

Решением поставленной проблемы является использование самолётов на электрической тяге. Чтобы реализовать такой проект необходимо создание электрических машин мощностью 1 МВт, которые станут основой для систем с распределённой тягой.

Перспектива развития электрических самолётов заключается в:

1) Увеличении объёма электрохимических накопителей.

2) Разработке электрических силовых установок.

3) Создании двигателей и генераторов с улучшенными показателями энергетической эффективности.

4) Применении биотоплива и технологий сверхпроводимости, влияющих на снижение выбросов углекислого газа в атмосферу.

Использование сверхпроводящих материалов позволит повысить эффективность электрических машин на борту летательного аппарата.

Эффект от применения таких материалов достигается только в том случае, когда вспомогательные устройства занимают лишь малую часть от основных, а мощность имеет большие значения, как правило, доли или единицы мегаватт.

Создание электрических летательных аппаратов требует системного подхода для проектирования их энергосистем, оценки требуемой мощности, потребляемой энергии, качества и надёжности.

Исследование пористой структуры теплоизоляционных материалов используемые в авиационной и ракетно-космической технике

Маскайкин В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Махров В.П.
МАИ, Москва
vladimir.maskaykin@mail.ru

В авиационной, ракетной, энергетической, строительной промышленности для работ в условиях теплоизоляции существует множество различных теплоизоляционных материалов. Проанализировав материалы, работающие в термических условиях, одним из основных характеристик таких материалов является её пористая структура. Следовательно, один из основных технологических целей для создания материалов, работающих в термических условиях, служит стремление создания материалов выполняющие функцию абсолютной изоляции газов от внешних воздействий или функцию вакуумирования.

В данной работе рассматриваются исследования процессов теплопроводности теплоизоляционных материалов, включающие различную пористую структуру материалов. В следствии чего исследуются, подтверждаются и определяются лучшие условия теплоизоляции относительно структуры материала.

Актуальность данной работы заключается в разработке теоретического метода исследования теплопроводности теплоизоляционного материала с различными строениями структуры, пористости материала. В ходе, которого определяются, подтверждаются (эмпирические исследования) основные условия высокого показателя теплоизоляции пористого материала.

В поставленной задаче были проведены расчёты нестационарной теплопроводности теплоизоляционных материалов, включающие пористую структуру материала. Были разработаны основные типы структуры теплоизоляционного материала, влияющие на теплоизоляцию материала. В следствии, выявлены высокие показатели теплоизоляции пористого материала.

Проектирование хвостового отсека фюзеляжа перспективного широкофюзеляжного самолёта из композиционных материалов

Москвичева Е.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Резниченко В.И.
МАИ, Москва
moskvich.ekaterina13@yandex.ru

Aviation is constantly evolving and requires new technical solutions. The solution of all complex structural, circuit and technological problems in the development, creation and operation of aircraft is impossible without the broad development and implementation of the results of aviation materials science. In the development of aviation facilities, new materials are required that must withstand the loads of flights (high temperature and pressure, vibration loads at the launch stage, low temperatures of outer space) and have a sufficiently low specific gravity. The whole range of strong, often with sharp transitions effects on metal and non-metallic structures and elements has a significant impact on their deep structural properties and, as a consequence, on the reliability and durability of aircraft for various purposes.

The emergence of composite materials based on carbon fiber in the aircraft industry has revolutionized. The mass of composite parts with excellent strength, flexibility and resistance to pressure is not more than 20% of the mass of similar parts made of aluminum. However, the high

potential for reducing the weight of the airframe structure is contained in the use of carbon fiber plastics, which have special properties, this is the reason that simple copying of metal elements in a composite design does not allow to realize the corresponding gain due to the unique stiffness and strength specific characteristics of this material. In this regard, it is necessary to develop special structural layout, as well as the selection of ply layup of carbon fiber used in the design of the compartment.

The tail section of the fuselage of the beam-stringer structure, which is installed on the vertical and horizontal tail, the compartment is leaky. The length of the compartment is limited by the joints with the F4 and F6 compartments. Structurally, the compartment is formed by 4 panels (upper, left side, right side and lower). The panels are a composite covering (carbon fiber) with glued composite stringers (carbon fiber). The side panel covers, in the area of the cutout for the horizontal tail, are reinforced due to the greater thickness. The structure of the transverse power elements includes reinforced frames located in the area of the joint of the keel with the fuselage, which are made of titanium and standard frames, the material for which is also selected composite.

For effective use of composite materials and for the choice of strength reserves, it is necessary to determine the optimal ply layup at the initial stage of design development, as well as to manufacture and test the structurally similar specimens of panels with different pitch and stringer hardness.

Ply layup must be selected based on the following criteria:

• The margin for loss of stability from the composition of the test stacks σ compression / σ compression critical-minimum;

• The ultimate strength of the installation for compression and tension in case of damage by a discrete method (incision on a flat elementary sample) — the maximum;

• The elastic modulus of compression G is the maximum from the composition of optimal ply layup.

Based on the results of tests (FEA, Abaqus), the structurally similar specimens performed an analysis and selected the optimal ply layup for the skin and stringers.

The last stage of this work, which shows the benefits of using KM in aircraft design is weight estimation and analytical analysis designed design the tail section of the fuselage for strength and stability, as well as carrying out finite element analysis using the software Abaqus, a traditional metal design and construction with the elements of KM, and comparison of research results produced by this method.

References:

1. Vasiliev V. V. mechanics of structures made of composite materials. — Moscow: Mashinostroenie, 1988.

2. Greben'kov, O. A. the design of the aircraft. — Publishing house of Kazan. state tech. UN-TA, 2008. — 320 s.

3. Shulzhenko M. N. Bridge A. S. the design of the aircraft. Ed. 3-e, Rev., M. Mashinostroenie, 1971. — 416 p

4. Dudchenko A. A. Optimal design of elements of aircraft structures made of composite materials-Studies. allowance; M. — Moscow: MAI Publishing house, 2002 — 83 p.

Разработка стенда демонстрации катапультирования на базе катапультного кресла К-36ДМ

Мухина К.А., Лейтман А.Ю.
Научный руководитель — Мищенко В.Ю.
МАИ, Москва
mukhina.k2016@ya.ru

С момента появления авиации и по настоящее время одной из самых актуальных проблем остаётся проблема спасения жизни лётчика. Так как катапультирование при чрезвычайных ситуациях и предоставить лётчику шанс на спасение на данный момент можно обеспечить только при помощи катапультного кресла, мы считаем, что необходимо качественно

подготавливать специалистов, которые будут задействованы в создании и эксплуатации САПС, прототипов и аналогов уже существующих кресел и новых моделей, давать представление о принципе работы всех систем и агрегатов катапультного кресла.

Разработка стенда демонстрации катапультирования (далее: СДК) имеет потенциальную важность для процесса обучения студентов и подготовки специалистов, в том числе эксплуатантов катапультных кресел. Стенд является техническим средством обучения и подготовки для вышеперечисленных лиц.

Назначение СДК будет заключаться в:

• Наглядной демонстрации работы большинства систем оригинального катапультного кресла;

• Применении в качестве специального тренажёра, направленного на выработку умений и навыков, специально используемых для этих целей статических, динамических, механических, световых и звуковых средств;

• Непосредственном использовании СДК как средства обучения;

• Обеспечении предъявления учебной информации по программе, заложенной в СДК.

СДК разрабатывается для изучения конструкции катапультного кресла К-36ДМ и его работы на разных установленных режимах («режим нулевой высоты» H=0, V=0; V < 800 км/ч; V > 800 км/ч) за счёт наглядной демонстрации через взаимодействие систем и агрегатов оригинального КК и разрабатываемой рамы стенда. Теоретические и практические, полученные посредством СДК, знания о принципе работы К-36ДМ в итоге приводят к безопасной эксплуатации системы и её агрегатов, сохранению катапультного кресла в исправном состоянии и недопущению гибели и травматизма.

Таким образом, использование СДК и материальной части к нему, даёт не только понятия и знания о конструкции К-36ДМ, его узлов и агрегатов, а также их взаимное расположение на корпусе кресла, их функционирование на различных этапах и понятие физической сущности процесса катапультирования. Мы считаем, что разработка и использование данного стенда при обучении и подготовке специалистов авиационной сферы, имеет не только очевидную экономическую выгоду, но и качественно повышает шансы на спасение лётчиков и возвращение их в строй без серьёзных травм.

Список литературы:

1. И.В. Герасимов, В.С. Олешко, Д.П. Ткаченко. Конструкция катапультного кресла К-36ДМ серии 2. — Москва, 2019.

2. А.Г. Агроник, Л.И. Эгенбург Развитие авиационных средств спасения. — М.: Машиностроение, 1990.

Функциональные схемы при проектировании пассажирских воздушных судов

Николаева Е.В., Никанорова М.Д.
ПАО «Корпорация "Иркут"», Москва
nikolaeva.caterina2015@yandex.ru

Индустрия самолётостроения — одна из наиболее перспективных и динамично развивающихся отраслей машиностроения. В современном мире в условиях глобализации, увеличивается пассажиропоток на воздушном транспорте, а также возникает потребность в развитии всё новых сегментов рынка пассажирских и грузовых перевозок.

Создание самолёта — это долгий и затратный процесс. Весь цикл создания воздушных судов обеспечивает проектирование, постройку, испытания и сертификацию самолётов. Центральное место в этом процессе занимает проектирование, которое требует огромного объёма исследований, расчётов, графических работ и прочих изысканий. Поэтому так важно ускорить и оптимизировать этот процесс, и ввести современное, качественное и, главное, безопасное транспортное средство в эксплуатацию.

Для определения безопасности воздушного судна проводится моделирование различных нештатных ситуаций в процессе работы систем самолёта, оценивается влияние

неисправностей различной степени, возникающих в одной системе и влияющих на другие системы. Для этих целей и служит функциональная схема разбиения систем самолёта. Эта схема позволяет рассмотреть практически все возможные ситуации, в том числе и аварийные, проследить взаимосвязь в системах, а также принять все необходимые меры для парирования таких отказов и безопасного продолжения и завершения полёта. Такая схема наиболее чётко и точно может дать представление о том, как внедрение новых технологий и улучшение одной системы повлияет на смежные и какие проблемы могут повлечь за собой эти усовершенствования. Изменение состава и принципов действия самолётных систем связано с непрерывным процессом совершенствования самих ЛА.

Современные системы самолёта (такие как, например, комплексная система управления, гидравлическая система, система электроснабжения, система двигательной установки) должны надёжно и эффективно работать в широком диапазоне перепадов параметров атмосферы (температуры, давления, влажности и других), а также на всех скоростях и высотах полёта.

Воздействия отказов или других различных неблагоприятных факторов в системах оборудования и конструкции ЛА могут привести к особым ситуациям. Согласно авиационным правилам (АП-25), эти ситуации можно классифицировать как:

- Усложнение условий полёта
- Сложная ситуация
- Аварийная ситуация
- Катастрофическая ситуация

В данном докладе рассматривается построение функциональных схем систем самолёта. Проводится аналитическая работа по обобщению и структуризации взаимного влияния основных систем самолёта, а также ошибок и отказов в этих системах друг на друга.

Список литературы:

1. Системы оборудования летательных аппаратов. Учебник для студентов высших технических учебных заведений/М.Г. Акопов, В.И. Бекасов, В.Г. Долгушев и др.; Под ред. А.М. Матвеенко и В.И. Бекасова. — 3-е изд., исправл. и доп. — М.: Машиностроение, 2005. — 558 с.: ил.

2. Д.В. Верещиков, С.В. Николаев, Д.В. Разуваев. Системы управления летательных аппаратов: Учебник — Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2018 — 322 с.

Обшивка фюзеляжа пассажирского самолёта из алюмостеклопластика

Печенюк В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Попов Ю.И.
МАИ, Москва
palatinus13@yandex.ru

На сегодняшний день в нашей стране и за рубежом ведутся активные работы по разработке гибридных слоистых материалов, состоящих из тонких алюминиевых листов с межлистовой прослойкой в виде стекло-полимерного препрега. Торговое обозначение этого материала СИАЛ (зарубежный аналог — GLARE). Эти материалы обладают уникальным сочетанием свойств металлических и композиционных материалов (КМ), в том числе высокая трещиностойкость, ударопрочность, низкая плотность и огнеупорность [3]. Типовая конструкция клёпанной панели фюзеляжа самолёта представляет собой подкреплённую стрингерами обшивку постоянной толщины с облегчениями между стрингерами и шпангоутами. Минимальная толщина обшивки фюзеляжа в местах облегчения регулярной зоны определяется по зависимости от погонных усилий на сжатие и сдвиг [1] и достигает 1,2 мм. Типовая толщина под стрингерами и шпангоутами достигает 2 мм для предотвращения прозенковки обшивки в местах установки потайного крепежа. В данном случае, были рассмотрены две клетки обшивки с шагом шпангоутов 600 мм и шагом стрингеров 150 мм: первая клетка из монолитного листа Д16АТ толщиной 2 мм и толщиной 1,2 мм в местах облегчения; вторая клетка из алюмостеклопластика толщиной 1 мм и приклеенного листа

Д16АТ толщиной <1 мм через 2 слоя стеклопластика для получения суммарной толщины обшивки ≥2 мм. Алюмостеклопластик толщиной 1 мм состоит из 4 слоёв: двух внешних слоёв из алюминий-литиевых листов сплава 1441 толщиной по 0,35 мм, и двух внутренних слоёв из клеевых препрегов армированных стеклотканью толщиной по 0,15 мм. Масса первой клетки обшивки составила 0,35 кг, а масса второй — 0,27 кг. Масса обшивки фюзеляжа составляет 25…30% от массы фюзеляжа самолёта [2], а масса фюзеляжа — 8…12% от массы всего самолёта в целом. Применение в конструкции фюзеляжа самолёта обшивки из алюмостеклопластиков позволит уменьшить массу конструкции фюзеляжа на 6,5%. Если рассмотреть среднемагистральный пассажирский самолёт Sukhoi SuperJet 100-95B, то применение на нем обшивки из алюмостеклопластика позволит уменьшить массу фюзеляжа примерно на 360 кг.

Список литературы:

1. Ендогур А.И. проектирование авиационных конструкций. Проектирование конструкций деталей и узлов: Учебное пособие — М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009.

2. Погосян М.А., Лисейцев Н.К., Стрелец Д.Ю. и др. Проектирование самолётов: учебник для вузов — М.: Инновационное машиностроение, 2018.

3. Benedict A.V., «An Experimental Investigation of GLARE and Restructured Fiber Metal Laminates», Embry-Riddle Aeronautical University, 2012.

Разработка варианта конструкции современного транспортного самолёта

Плешков Р.А.
Научный руководитель — Лапышев А.А.
УлГТУ, Ульяновск
Pleschkovr@yandex.ru

К современным транспортным самолётам предъявляются высокие требования к устойчивости и управляемости при полной загрузке самолёта. Транспортный самолёт должен иметь как можно большую полезную нагрузку при сравнительно низкой массе планера. В связи с этим возникает необходимость в поиске перспективных вариантов конструкции и исследования её с применением современных CAD, CAE систем для дальнейшего выявления и доработок наиболее перспективных решений в конструкции. Необходимо на первых этапах проектирования рассчитать в соответствии с уравнением баланса масс относительные массы частей самолёта. Математическое моделирование является одним из основных методов снижения затрат на разработку и отработки параметров прототипов создаваемых вариантов моделей. Огромным преимуществом применения математической модели является возможность тестирования различных режимов полёта самолёта, возможность моделирования аэродинамического обтекания профилей вынесения рекомендаций по их оптимизации. При разработке современного транспортного самолёта необходимо учитывать обеспечение короткого взлёта и возможность взлёта с грунтовой поверхности. Также возникает необходимость в достаточно большой тяге двигателей при низком расходе топлива, с учётом лобового сопротивления при крейсерской скорости. В работе исследованы аэродинамические характеристики различных профилей, и подобран профиль который имеет наибольшее аэродинамическое качество, также проанализирована поляра выбранного крыла, и по результатам сравнительного анализа был выбран профиль крыла. Аэродинамические расчёты проводились в двухмерной постановке на базе CFD-метода (computational. fluid dynamics) в пакете Ansys Fluent. Были рассмотрены, различные режимы полётов, изменение характеристик при меняющейся скорости набегающего потока на различных режимах полёта. Полученные данные сравнивались с существующими аналогами, таким образом по результатам проведённых расчётов и исследований можно судить о перспективах данной разработке.

Авиационный комплекс противопожарной защиты

Прокопенко Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Пугачев Ю.Н.
МАИ, Москва
prokopenkoda@mai.ru

В настоящее время экологические проблемы охраны окружающей среды приобрели глобальный характер. Загрязнение воздушного пространства по причинам лесных пожаров стали предметом заботы целых стран и континентов.

В последние годы огромные площади России, Канады, Австралии, Бразилии и США находятся под воздействием разрушительной стихии огня содержание углекислого газа продуктов сгорания лесных массивов вызывают ухудшение здоровья населения, приносят значительные экономические потери народному хозяйству и промышленности целых регионов и исчисляются миллионами долларов и сотнями тысяч гектар.

Одним из высокоэффективных средств предотвращения и гашения лесных пожаров, зарекомендовавших себя на практике является применения авиационных противопожарных комплексов.

В качестве модернизируемого летательного аппарата был выбран советский тяжёлый военно-транспортный самолёт Ил-76. Оценив эффективность данного летательного аппарата в качестве средства для пожаротушения, а именно самолёт Ил-76ТД с лёгкосъёмной системой ВАП (выливной авиационный прибор), было принято решение о модернизации данного пилотируемого аппарата по схеме «Катамаран»

В докладе приводятся результаты проработки схемы авиационного противопожарного комплекса повышенной эффективности на основе отечественного транспортного самолёта Ил-76 по схеме катамаран. Приводится компоновка самолёта и его лётно-технические характеристики, а также проектная оценка по тушению пожаров на поверхности лесного массива.

Представляется компоновочное решение по конструкции летательного аппарата, схема ёмкостей для размещения гасящего реагента. Проработана конструкция системы выброса реагента и схема её управления. Приведены расчёты расходных характеристик выброса реагентов. Представлено описание комплекса по заправке бортовых ёмкостей на аэродроме базирования и его комплектация.

Актуальность применения элементов концепции «БЭС» при проектировании перспективного широкофюзеляжного самолёта

Просветов М.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гришина Л.А.
МАИ, Москва
prosvetov100@yandex.ru

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений в развитии авиации является создание самолётов нового поколения с высокой топливной экономичностью и повышенной эксплуатационной технологичностью. Большое внимание уделяется оптимизации выбора вида энергии самолёта, и, соответственно, проблеме создания тяги. Таким образом, при разработке и проектировании современных видов авиационной техники все больше появляется тенденций к созданию проекта «полностью электрического» самолёта, (ЛА с единой централизованной системой электроснабжения, обеспечивающей все его энергетические потребности). Концепция ПЭС предполагает полный отказ от гидравлических и пневматических энергосистем, а также использование электрических силовых установок.

Предполагается, что использование таких решений в тяжёлой транспортной авиации позволит получить:

• Снижение потребления топлива — 8-12 %

• Снижение полной взлётной массы — 6-10 %
• Снижение прямых эксплуатационных расходов — 5-10 %
• Снижение стоимости жизненного цикла — 3-5 %
• Увеличение среднего налёта на отказ — 5-6 %
• Сокращение времени технического обслуживания — 4-4,5 %

На ближнемагистральных самолётах эффект меньше и сводится в основном к упрощению системы технического обслуживания и повышению надёжности.

На данный момент уровень развития технологий и производства не позволяет реализовать данный проект с достаточной степенью экономической эффективности. Переходным этапом в развитии этого направления является повышение степени электрификации летательных аппаратов, «более электрический» самолёт (БЭС).

В ходе этой работы были проанализированы следующие системы:
• Комплексная система кондиционирования воздуха
• Гидравлическая система
• Система электроснабжения

Исходя из результатов, полученных для указанных систем, можно сделать следующие выводы: Наиболее выгодной конструктивной схемой КСКВ на основе выполненных расчётов является схема с электроприводными компрессорами и установками охлаждения, выполненными на базе турбокомпрессора (трёхколёсного турбохолодильника). За 12 часовой полёт эта структурная схема потребляет на 16,7% меньше топлива (с учётом веса установки и расхода электроэнергии), чем классическая структурная схема с отбором воздуха от компрессора двигателя. При этом достигаемый эффект напрямую зависит от продолжительности полёта.

В ГС явным преимуществом является переход на высокое давление. Повышение степени электрификации ГС повышает уровень надёжности, отказоустойчивости системы и эксплуатационные характеристики.

При рассмотрении структуры построения комплекса бортовых систем с повышенным уровнем электрификации необходимо учитывать изменения в системе электроснабжения. С увеличением мощности СЭС повышается её эффективность, но в то же время предъявляются дополнительные требования к надёжности и отказоустойчивости.

Оптимизация структурных параметров конструкции крыла для выбора материалов на основе минимального веса

Пху Вэй Аунг
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Татарников О.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
thzr093@gmail.com

В авиационной промышлености требуются возможные новые подходы оптимизации к проектированию композитных авиаконструкций, чтобы получить наименьший вес и бюджетную стоимость для создания лёгких и надёжных силовых композитных элементов. Получение лёгкого веса включает в себя использование современных материалов и инженерных методов, позволяющих конструктивным элементам для обеспечения улучшенные технические характеристики при использовании меньшего количества материала. Применение композитов позволяет существенно снизить вес крыла самолёта не только по причине низких значений удельной прочности и жёсткости этих материалов, но и за счёт оптимального выбора структурных параметров композитов.

Определение оптимальной композитной конструкции, обеспечивающей минимальный вес крыла является основной целью при разработке летательного аппарата. Постановка задач к оптимизации конструкции крыла была разбита на два этапа:

1. Определение оптимальных структур и конструктивных толщин силовых элементов крыла при использовании оптимизации по критериям минимального веса и минимального прогиба;

2. Обоснованный выбор материалов оптимальной конструкции крыла на основе минимального веса и минимальной стоимости материала.

В данной работе крыло лёгкого самолёта рассмотрено как двухлонжеронная схема. Силовые элементы как лонжеронов, нервюр и обшивки являются основными конструктивными элементами крыла. Передний лонжерон расположен на расстоянии 20% длины хорды от передней кромки крыла, соответственно задний лонжерон расположен на 70% от передней кромки крыла. Для жесткосной конструкции крыла обеспечивались 10 поперечные силовые нервюры с фиксированным шагом 410,5 мм.

В качестве конструкции крыла были рассмотрены три вида материалов: углепластик (T300/N5208), стеклопластик (E-Glass) и алюминиевый сплав (7075-T6). В данной работе были рассмотрены четыре последовательности укладки слоёв композита: [45º, -45º, 90º, 0º, 90º, 0º, -45º, 45º], [45º, -45º, 0º, -45º, 45º], [90º, 0º, 90º] и [0º].

При первом этапе для определения оптимальных конструктивных параметров крыла последовательно были проведены расчёты с использованием двух расчётных моделей:

а) каркасная модель крыла, включающей наборы лонжеронов и нервюр

б) полная модель крыла включавшая каркас конструкции и обшивку.

Для определения оптимальных конструктивных параметров силовых элементов конструкции крыла был использован метод оптимизации Парето в соответствии с критериями, основанными на минимальном прогибе и минимальном весе. В качестве параметров оптимизации принимались конструктивные геометрические параметры такие как углы ориентации армирующих слоёв и их толщины, а также вид композиционного материала для каждого конструктивного элемента крыла.

В втором этапе был осуществлён обоснованный выбор конструкционного материала с оптимальной стоимостью на основе минимального веса определённой оптимальной конструкции крыла. Вес конструкции является одним их основных критериев при проектировании самолёта. Вторым важным критерием, значение которого особенно велико при разработке коммерческих самолётов, является стоимость. Однако, увеличение производственных затрат требует применения экономически эффективных стратегий проектирования. Следовательно, требуется сравнительное значение, которое используется для оценки проектного решения с точки зрения стоимости и веса. Эта проблема может быть решена с помощью методов оптимизации полезности. Методы оптимизации становятся основной работой при строительстве летательных аппаратов в авиационной промышленности для снижения сборочных деталей, веса конструкции, времени сборки, затрат на конструкционные материалы и трудозатрат.

В результате исследования была определена оптимальная конструкция крыла со следующими параметрами:

• Обшивка — углепластик с толщиной 3 мм, с ориентацией всех слоёв 0°;

• Передний и задний лонжероны — углепластик с толщиной 4 мм и 5 мм, с ориентацией всех слоёв 0°;

• Нервюры — углепластик с толщиной 2 мм, со схемой ориентации слоёв +45°, -45°, 0°, -45°, +45°.

При поверочных расчётах, проводимых с использованием полной модели крыла, был подтверждён коэффициент запаса устойчивости элементов конструкции, находящихся в условиях деформации сжатия.

Реализация работы агрегатов СДК

Рыбаков Р.Д., Никитин И.Г.
Научный руководитель — Мищенко В.Ю.
МАИ, Москва
romarybak98@mail.ru

Целью данной работы является рассмотрение особенностей конструкции кресла-прототипа, с последующей разработкой реализации работы подсистем катапультного кресла на стенде демонстрации катапультирования (далее СДК).

Исходя из технического задания к СДК, необходимо реализовать наглядную и безопасную демонстрацию поэтапного процесса катапультирования лётчика из самолёта. Для этого были изучены конструкция и принцип действия агрегатов кресла-прототипа, а также возможность реализовать их демонстрацию, проведена доработка этих агрегатов, с соответствующими расчётами.

В ходе изучения были выбраны агрегаты, работу которых необходимо реализовать в первую очередь:

• Дефлектор защиты лётчика от набегающего потока;
• Штанги со стабилизирующими парашютами;
• Механизм подъёма ног;
• Ограничители разброса рук;

Расчёты и проектирование производились в соответствии с ТЗ к СДК. То есть были учтены требования к наглядности, а именно замедленная работа агрегатов, примерно в 60 раз, относительно оригинала для лучшей наглядности всего процесса, а также требования надёжности и безопасности использования данного стенда. Для решения этих задач использовались CAD-системы SolidWorks и Компас 3D, а также MatLab и Mathcad для моделирования и расчёта системы.

Далее были проведены испытания доработанных агрегатов, в ходе которого выяснилось, что необходима ещё более детальная доработка для упрощения конструкции и большему соответствию требованиям, а также рассмотрение и реализация другого принципа действия для некоторых агрегатов.

После проведения повторных испытаний и получения удовлетворяющих результатов необходимо:

• Спроектировать раму стенда, параллельно с разработкой способа имитации подъёма самого кресла, произведя все необходимые расчёты;
• Разработать систему управления данными агрегатами;
• Произвести настройку и отладку всего стенда.

Список литературы:

1. И.В.Герасимов, В.С.Олешко, Д.П.Ткаченко. Конструкция катапультного кресла К-36ДМ серии 2. — Москва, 2019.
2. Агроник А. Г., Эгенбург Л. И. Развитие авиационных средств спасения. — М.: Машиностроение, 1990.

Общий подход к формированию облика электрического беспилотного летательного аппарата с учётом боевой живучести

Савельев С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Арбузов И.В.
МАИ, Москва
savvasavelyev@gmail.com

Первые БПЛА появились после разработки первых инерциальных систем наведения в начале 20-го века. Однако технология систем наведения была примитивная, что тормозило развитие беспилотной авиации ещё несколько десятилетий. В середине 1950-х во время

военных конфликтов в разных странах начали применяться БПЛА для ведения воздушной разведки, и после успешных испытаний у военных не осталось сомнений в огромном потенциале беспилотной авиации. И следующие 50 лет беспилотная авиация развивалась экспоненциально.

По сравнению с пилотируемой техникой, БПЛА имеют серьёзные преимущества:

• Исключают риск потери экипажа.

• Показатели боеготовности и мобильности выше;

• Отсутствие экипажа позволяет реализовать более высокие эксплуатационные перегрузки, что способствует более высокой манёвренности БПЛА;

• Отсутствие систем жизнеобеспечения, позволяет улучшить массогабаритные характеристики БПЛА.

На сегодняшний день, широко ведутся исследования в области разработки ЛА с электрическими силовыми системами и электрической силовой установкой. БПЛА военного назначения не являются исключениями. Применение электрических технологий на военных беспилотниках сулит снижением уровня шума, снижением заметности в ИК диапазоне, снижением расходов на эксплуатацию и повышением его живучести. Однако эти технологии, сегодня, ограничивают разработку электрических образцов авиационной техники, плотность энергии современных аккумуляторных батарей в десятки раз меньше плотности энергии углеводородного топлива. На данный момент, разрешить технические противоречия при проектировании, для использования в конкретных целях, возможно только для БПЛА.

История боевого применения БПЛА показывает, что одновременно с развитием беспилотной авиации активно ведутся работы по их противодействию. Разрабатываются новые системы ПВО для борьбы с БПЛА. В этих условиях эффективность применения БПЛА в интересах военных, зависит от боевой живучести (БЖ). Боевая живучесть ЛА зависит как от компоновки ЖВА и ЖВС, так и от конструктивных решений (мероприятий) по её обеспечению. В традиционном ЛА, к ЖВА и ЖВС относятся топливная система, система управления (гидросистема), силовая установка. В этом же контексте, можно рассматривать и экипаж. В электрическом БПЛА, отсутствуют частично или полностью вышеперечисленные системы. Однако больший внутренний объем занимают аккумуляторные батареи, электродвигатели, системы электрического управления и различного рода преобразователи. Поведение этого фактора, в условиях воздействия поражающими средствами, малоизучены.

Актуальность рассматриваемой темы заключается в том, что:

• Большое внимание уделяется переходу на электрические силовые системы и силовая установка;

• Опыт боевого применения показывает, что БЖ БПЛА не высокая, что обуславливает множественные потери при преодолении системы ПВО.

С математической точки зрения процесс формирования рационального облика с учётом БЖ можно представить в виде векторного уравнения:

$$y(opt) = \operatorname{argmax} K(x, y, z),$$

где

x — вектор исходных данных;

y — вектор параметров облика БПЛА;

z — вектор параметров повреждения;

K — критерий эффективности;

y(opt) — вектор параметров рационального облика БПЛА.

В качестве критерия эффективности можно принять комбинированный показатель «эффективность — стоимость». В инженерных расчётах эффективность можно выразить через показатель БЖ, а стоимость через взлётную массу БПЛА, тогда:

$$K = P/m,$$

где

P — показатель БЖ (вероятность не поражения БПЛА);

m — взлётная масса БПЛА.

Решение задачи формирования рационального облика БПЛА состоит из следующих этапов:

• Формирование исходных данных (анализ задач и условий боевого применения БПЛА) — определение вектора x;

• Формирование облика БПЛА — определение вектора y;

• Оценка боевой живучести БПЛА — определение вектора z;

• Анализ результатов исследований и разработка рекомендаций по повышению БЖ БПЛА — определение вектора y(opt).

Применение аэродинамической схемы «замкнутое крыло» для беспилотного экраноплана

Салахов А.М., Коротеев А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агаев Р.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
anvar.salakhov@gmail.com

На заре авиации лётчики встретились с эффектом так называемого экрана, в момент взлёта и особенно во время посадки самолётов. Тогда заметили, что подъёмная сила крыла возрастает, в тот момент полёта самолёта над взлётной полосой или полем, не желая приземляться. Из-за чего, эффект экрана доставлял неприятности. Экранный эффект возникает при перемещении у поверхности, он характеризуется перемещением к задней кромке крыла его центра давления, что при неэффективности горизонтальных поверхностей управления является причиной аварии в момент посадки самолёта.

Экранопланы это средства передвижения, развивающие высокую скорость, поддерживаемые в воздухе за счёт эффекта экрана (называемой воздушной подушкой) образуемого при нагнетании воздуха, набегающего при движении на незначительной высоте.

По началу в подробности вдаваться не стали просто принимали этот факт к сведению, но через некоторое время появилось математическое обоснование данного явления, и сегодня этот эффект во всем мире называют «экран». Экранный эффект — это эффект быстрого повышения подъёмной силы крыла и прочих аэродинамических характеристик летательного аппарата во время движения у экранирующей поверхности. В качестве экрана выступает водная гладь, ледяная корка и более или менее ровная поверхность.

Экранопланы по конструкции делятся на 2 школы: советскую (Ростислав Евгеньевич Алексеев) с прямого профиля и западную (Александер Мартин Липпиш) с крылом обратной стреловидности. Советская схема Р.Е. Алексеева требует высокой стабилизации, но позволяет развивать высокую скорость и уходить от режима экрана.

Западная схема А.М.Липпиша использует элементы понижения избыточной устойчивости (треугольное крыло обратной стреловидности), из-за чего снижаются недочёты балансировки малых экранопланов при небольших скоростях.

Я, же предлагаю компоновку «замкнутое крыло» с элементами, формирующими структурный каркас, обеспечивающую не только подъёмную силу, но и балансировку. Крылья также оснащены поверхностями управления. Замкнутое крыло способно эффективно реализовывать транспортные задачи по необходимости реализовать большую дальность полёта в сравнении с другими компоновками летательных аппаратов.

Данные схемы имеют следующие преимущества:

• Большая жёсткость конструкции в целом;

• Малое индуктивного сопротивления по сравнению с равным стандартным крылом;

• Более выгодное распределение давлений во время полёта на околозвуковой скорости;

• Более высокий коэффициент боковой силы, следовательно, и больший допустимый угол скольжения;

• Малая площадь смачиваемой поверхности по сравнению с эквивалентным стандартным крылом и малое значение вредного сопротивления;

• Непосредственное управление подъёмной силой;

• Хорошая устойчивость и управляемость.

Указанные выше преимущества делают компоновку замкнутого крыла особенно привлекательной для различных видов самолётов и экранопланов.

Замкнутое крыло — это компоновка с большой степенью интеграции общей конструкции воздушного судна, в которой части летательного аппарата выполняют сразу множество функций, что делает возможным реализовать малый вес конструкции с более выгодными аэродинамическими характеристиками и транспортной эффективностью, по сравнению с другими решениями.

Использование беспилотного экраноплана позволяет увеличить экономическую отдачу по сравнению с самолётами (сопоставимого взлётного веса и полезной нагрузки). Это связано с тем, что для экраноплана характерно высокое аэродинамическое качество, влияющее как на эффективность аэродинамической компоновки, так и в конечном итоге на расход топлива. Более того, экраноплан взлетает с воды, следовательно, ему не требуется дорогостоящие аэродромы. Кроме того, экраноплан обладает такими качествами как манёвренность, значительная грузоподъёмность, большой радиус действия.

Разработка программного обеспечения для испытательного оборудования

Сапронов Д.Г.
Научный руководитель — Горелов А.О.
МАИ, Москва
daniilsapronov@mail.ru

В любом процессе разработки устройства зачастую появляется потребность в создании тестирующих модулей или имитаторов частей других систем, с которым должно взаимодействовать разрабатываемое устройство. Помимо этого, зачастую требуется проведение различных испытаний для подтверждения характеристик, будь то целое устройство, отдельная деталь или материал. Для простых вариантов таких задач, как правило, используются платформы микроконтроллера, например, Arduino. В случае, когда ресурсов таких платформ не хватает закупка или самостоятельная разработка вспомогательных модулей приводит к повышению себестоимости конечного изделия, а в случае студенческих разработок может стать серьёзным препятствием ввиду отсутствия необходимых ресурсов и/или нерентабельности таких разработок.

Для решения этой проблемы предлагается использовать одноплатные компьютеры Orange Pi (или другие аналоги), которые имеют значительно больше возможностей в сравнении с платформами на базе микроконтроллера. Как и платформы на базе микроконтроллера, одноплатные компьютеры имеют управляемые входы/выходы GPIO для подключения периферийных устройств. Однако управление интерфейсом GPIO зачастую затруднено, поскольку в отличии от микроконтроллера, управление регистрами процессора происходит через API операционной системы и/или через API драйвера. Для снижения порога вхождения в разработку приложений под одноплатные компьютеры разрабатывается универсальная библиотека под операционную систему (ОС) Android для взаимодействия с интерфейсом GPIO.

Приложения для операционной системы Android как правило разрабатываются на языках программирования «Java» или «Kotlin», однако производительности кода, написанного на этих языках, зачастую недостаточно для корректной работы периферийных устройств, подключённых к интерфейсу GPIO. Для повышения производительности в разрабатываемой библиотеке критичные части кода написаны на языке программирования «C», с использованием Android NDK.

В свою очередь разрабатываемая универсальная библиотека управления интерфейсом GPIO позволяет минимизировать различия в управлении портами ввода/вывода на микроконтроллере и одноплатном компьютере, предоставляя API для взаимодействия с ней из Java кода. Помимо этого, реализована поддержка тензодатчиков (через модуль hx711) и пневматических клапанов. Ведётся разработка поддержки шаговых двигателей и энкодеров, расширение списка поддерживаемых одноплатных компьютеров.

Для демонстрации работы этой библиотеки на кафедре «Технология приборостроения» Московского авиационного института ведётся разработка «Разрывной машины» [1].

Список литературы:

1. Баранов В. Ю. Универсальная платформа для испытательного оборудования // Сборник тезисов и докладов «Гагаринские чтения — 2019», Москва, 2019 — С. 256.

Усовершенствование гидравлической системы военно-транспортного самолёта

Сарычев М.А.
Научный руководитель — доцент, Долгушев В.Г.
МАИ, Москва
maksvau@gmail.com

Целью работы является повышение надёжности и уменьшение массы системы управления элеронами, рулём высоты и направления военно-транспортного самолёта.

Гидравлическая система Ил-76МД-90А представляет собой две независимые друг от друга системы, питающие все исполнительные механизмы, кроме управляющих отклоняемых поверхностей. Их отклонение выполняется по необратимой схеме, осуществляемое шестью автоматическими рулевыми машинками (АРМ), установленными на жёсткой проводке. Данное оборудование служит для увеличения усилий, прикладываемых пилотом.

АРМ является следящим гидроприводом, имеющим собственную электроприводную насосную станцию. Система рычагов и управляющий золотник, включая силовой гидроцилиндр, составляют бустерную часть АРМ, на которую может воздействовать пилот, посредством отклонения штурвальной колонки, или система автоматического управления. В случае отказа АРМ возможен переход на ручное управление.

Современные технологии и накопленный опыт позволяют отказаться от использования АРМ и применить локальные гидравлические системы, которые имеют собственный источник питания и механизмы распределения, управления и исполнения. Таким образом осуществляется повышение показателя надёжности и уменьшение массы без изменения всей гидравлической системы самолёта.

Список литературы:

1. «Самолёт Ил-96-300» под редакцией В.Г. Воробьева и Д.В. Лешинера, МИИГА, 1989.
2. «Система оборудования летательных аппаратов», М. Машиностроение, 1995 г.
3. «Методы оптимизации в проектировании гидравлических и газовых энергосистем управления ЛА», И.И. Зверев, А.М. Матвеенко Часть 1, «Проектирование оптимальных конструкций источников питания гидросистем ЛА».

Выбор типа силовой установки для вывода летательного аппарата на режим работы ГПВРД

Селина Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Серебрянский С.А.
МАИ, Москва
evgeniyaselina2012@yandex.ru

Увеличение скорости полёта ЛА в воздушной атмосфере приводит к возрастанию давлений и температур при торможении набегающего воздушного потока до нулевой скорости на поверхности аппарата, к росту лобового сопротивления и повышению уровня температур его конструкции.

Лобовое сопротивление аппарата при этом растёт примерно пропорционально квадрату скорости полёта, что выдвигает жёсткие требования к выбору типа силовой установки; двигатель для больших скоростей полёта должен развивать существенно большую тяговую мощность, чем двигатель, предназначенный для малых скоростей полёта.

Традиционные турбореактивные двигатели неэффективны на скоростях полёта, превышающих соответствующие числам Маха M=3,0÷3,5. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели с дозвуковым горением (ПВРД) становятся неэффективны на скоростях полёта, превышающих соответствующие числам Маха M=4,0÷5,0. Обеспечивать более высокие скорости полёта (при условии использования атмосферного кислорода) могут только прямоточные воздушно-реактивные двигатели со сверхзвуковым горением (ГПВРД), которые не могут работать на скоростях, соответствующих числам Маха менее M=4,5÷5,5.

Для обеспечения возможности самостоятельного взлёта ЛА с ГПВРД возникает необходимость установки на нем сложной комбинированной (ТРД/ГПВРД или ПуВРД/ГПВРД или ЖРД/ГПВРД) или нескольких силовых установок, что приведёт к значительному усложнению, удорожанию ЛА и увеличению его взлётной массы. Целью исследования является разработка методики подбора типа силовой установки для вывода летательного аппарата на режим, на котором возможна устойчивая работа ГПВРД, в зависимости от предъявляемых требований к летательному аппарату.

В современной технике ПВРД нашёл применение в качестве маршевых двигателей крылатых ракет и беспилотных аппаратов. В перспективе СПВРД и ГПВРД возможно использовать в качестве двигательных установок авиационно-космических систем (АКС), так как данные двигатели способны обеспечивать работу на больших скоростях и высотах полёта.

В качестве примера АКС можно привести проект «МиГ АКС», который представляет собой самолёт-разгонщик и космический аппарат, устанавливаемый сверху самолёта-разгонщика.

Список литературы:

1. Курзинер Р.И. Реактивные двигатели для больших сверхзвуковых скоростей полёта. — 2-е изд. — М.: Машиностроение, 1989.

2. Кюхеман Д. Аэродинамическое проектирование самолётов, — М.: Машиностроение, 1983.

3. Первушин А. Битва за звезды-2. Космическое противостояние (часть II) / А. Первушин. — М.: ООО «Издательство АСТ», 2004.

4. Бауржанулы И. Приближенный расчёт сверхзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. XLVII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 10(46). URL: https://sibac.info/archive/technic/10(46).pdf (дата обращения: 12.02.2020)

Оптимизация трассировки кабельных систем в транспортном самолёте

Сельцов Е.В., Аразвелиев Б.Т.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Дмитриенко Г.В.
ИАТУ УлГТУ, Ульяновск
zhenia100500@yandex.ru

Одними из наиболее трудоёмких операций при производстве летательных аппаратов является монтаж электрожгутов на борту самолёта. Эти операции являются одними из заключительных частей монтажа электротехнического оборудования. При этом доля полностью готовых к установке жгутов и кабелей остаётся низкой. При этом значительная часть проводов обрезается и подгоняется «на месте», что приводит к усложнению процесса монтажа и контроля, к увеличению доли отказов при отработке бортового оборудования вследствие ошибок электромонтажников, а также к увеличению отходов проводов. Для снижения материальных издержек предприятие изготовитель выполняет работу по изготовлению эталонных жгутов, осуществляет многократные дополнительные примерки длины предполагаемого жгута перед его изготовлением.

Рассчитать точную длину провода, с учётом всех огибающих поверхностей, перебортовкой часто не представляется возможным. Поэтому конструкторы закладывают большую длину провода, иногда превышающую необходимую длину жгута в несколько раз. Решение задачи вложения сложной топологической структуры кабельной сети в трёхмерное

пространство летательного аппарата осуществляется путём многократных примерок сложных жгутов на макетных образцах авиационной техники, а также доработок жгутов, посредством обрезания заранее излишних длин проводов и последующей распайки или обжимки электрических разъёмов на борту летательного аппарата.

Таким образом, выполнение большого количества доработочных работ на борту увеличивает во времени технологический цикл монтажа бортовой кабельной сети, требует значительных временных и материальных затрат, высокой квалификации персонала, а, следовательно, влияет на сроки изготовления и сдачи летательного аппарата. Качество и жизнеспособность бортовой кабельной сети играют значительную роль в оценке технического состояния летательного аппарата, являются гарантом работоспособности жизненно важных потребителей электроэнергии, отвечают за информационную безопасность и помехоустойчивость информационных сигналов.

В связи с массовым внедрением трёхмерных систем автоматизированного проектирования, технический процесс синтеза электротехнических компонент имеет тенденцию распространения на бортовой кабельной сети. В современных технических заданиях все чаще требуется создание трёхмерной модели прокладки и крепления жгутов (монтажа жгутов). Однако, существующие регламентирующие материалы в своём большинстве устарели и требуют новых редакций. До сих пор не созданы общие регламентирующие материалы, которые сформировали бы государственный стандарт для всех предприятий, занимающихся трёхмерным проектированием бортовой кабельной сети.

Современная кабельная сеть самолёта состоит из жгутов, которые имеют сложную геометрическую структуру, вложенную в пространство летательного аппарата. Трёхмерное пространство летательного аппарата имеет ряд ограничений, обусловленных компоновкой самолёта и его техническими отсеками, а также уже размещённым оборудованием или наличием мест, запрещающих прокладку бортовой кабельной сети. Теорией проектирования бортовой кабельной сети является топология, однако процесс вложения конструкции жгута в пространство летательного аппарата осуществляется на основе опыта и эвристики.

Цель работы является получение навыков проектирования бортовой кабельной сети (от разработки принципиальных электрических схем до оформления трёхмерных моделей жгутов в общей модели объекта и формирования комплекта документов технологической подготовки производства). В работе рассматривается методика электронного проектирования бортовой кабельной сети.

Основная задача работы: спроектировать жгут и установку креплений жгута на лонжероне киля для обеспечения надёжного соединения блока поста педалей и блока привода руля направления между собой согласно принципиальной и электрической схемам.

В данной работе был спроектирован жгут и установка креплений жгута на лонжероне киля для обеспечения надёжного соединения блока поста педалей и блока привода руля направления между собой согласно принципиальной и электрической схемам. Данная методика

электронного проектирования бортовой кабельной сети позволила разработать и оформить трёхмерную модель жгута в общей модели объекта, а также сформировать комплект документов технологической подготовки производства.

Список литературы:

1. Технология производства самолётов и вертолётов. Сборочно-монтажные и испытательные работы в самолёто- и вертолётостроении / Ю. М. Букин, Ю. А. Воробьев: Конспект лекций на английском и русском языках. — Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2003. — 331 с.

2. Технология сборки самолётов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов / В. И. Ершов, В. В. Павлов, М. Ф. Каширин, В. С. Хухорев. — М.: Машиностроение, 1986. — 456 с., ил.

3. Технология самолётостроения: Учебник для авиационных вузов / А. Л. Абибов, Н. М. Бирюков, В. В. Бойцов и др. Под ред. А. Л. Абибова. — 2-е изд., перераб. и дом. — М.: Машиностроение, 1982. — 551.

Анализ и перспективы применения экранолётов в мировой практике

Степанов А.А., Ганжин А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агаев Р.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
spartanec.a77@mail.ru

В настоящее время Российская Федерация заинтересована в освоении Арктической зоны для решения как военных, так и экономических задач. Применение экранолётов может ускорить этот процесс. Это чудо машины имеют ряд преимуществ в различных направлениях эксплуатации.

Перед тем как рассмотреть перспективы развития и их применения, дадим определение этому чудо средству.

Экранолёт — это летательный аппарат, так же, как и экраноплан, использующий экранный эффект для полёта, но имеющий возможность оторваться от «экрана» и лететь на больших высотах аналогично самолёту.

Ещё на заре авиации лётчики подметили что самолёты при посадке ведут себя иначе чем воздухе, будто их что-то отталкивало. По началу в подробности никто не вдавался, но прошло время и появилось математическое обоснование данного явления. Сегодня этот эффект во всем мире называют «экран». Эффект экрана эффект резкого увеличения подъёмной силы крыла и других аэродинамических характеристик летательного аппарата при полёте вблизи экранирующей поверхности. В качестве экрана может выступать водная гладь, ледяная корка, да и любая более или менее ровная поверхность.

Но помимо того, что аппараты данного типа обладают скоростью самолёта и грузоподъёмностью корабля, экранолёты способны подниматься на высоту до 11000 метров, в зависимости от его назначения.

Особенностью его конструкции является его крыло. Оно по площади меньше чем у того же экраноплана, но больше чем у какого-либо самолёта, что позволяет ему выполнять задачу на разных режимах полёта.

Так проектируемый Александром Поляковым Российский экранолёт С-90 задачей которого является перевозка пассажиров и доставка грузов в отдалённые регионы не имеющих развитой инфраструктуры, перед экранолётами, морскими судами и самолётами имеет ряд преимуществ:

- возможность без аэродромного базирования благодаря своему шасси на воздушной подушке. Это представляет ему возможность совершать посадки в местах где экономически нецелесообразно строить ВПП, что значительно сокращает расходы на аэродромное обслуживание,
- высота полёта около 3000 м при дальности 1500 км даёт ему возможность преодолевать препятствия в виде гор, островов или больших волн. А при полёте на высоте нескольких метров при той же нагрузке дальность его полёта увеличиться до 3000 км,
- возможность менять высоту делает его более неуязвимым для средств обнаружения и поражения.

Для С-90 так же предусмотрен ряд модификаций для решения следующих задач:

- аэрофотосъёмка и разведка,
- поисково-спасательные операции,
- пожаротушение,
- специальные операции.

Схема А.М. Липпиша включающая средства снижения избыточной устойчивости, (крыло с обратной стреловидностью и обратное поперечное «V» крыла), позволяет снизить недостатки балансировки при небольших размерах и малых скоростях.

Также Л.Н. Щукиным разрабатывался Экип [3], который относился к экранолётам. Он был сконструирован по схеме «летающее крыло».

Применение схемы «несущее крыло» обеспечило полезным внутренним объёмом, который в разы превышает его у перспективных самолётов той же грузоподъёмности, а также

снижает затраты на его эксплуатацию. Кроме того, такая схема делает его более комфортным и безопасным для полётов, что немаловажно для средств такого рода. Из таблицы видно, что ЭКИП превосходит по показателям С-90. Но имея ряд недостатков: неустойчивость в продольном отношении, толстый профиль, ограничения по размещению полезной нагрузки в продольном и поперечном направлениях, его применение в определённых задачах затруднительно.

Ввиду этого экранолёты подобные С-90 будут намного эффективнее и область их применения намного шире.

В настоящее время для создания летательных аппаратов подобного рода доступны более совершенные технологии, а именно:

-Внедрение в конструкцию изделий из композиционных материалов существенно снижает массу всего экранолёта.

-Использование в качестве силовой установки двигателей на водородном топливе увеличит скоростные показатели.

-Использование радиопоглощающих покрытий затруднит обнаружение уже и без того нелегко обнаружаемого экранолёта.

Ещё одно направление это малогабаритные экранолёты. Снаряжённые противокорабельными ракетами и объединившись в группу, они способны доставлять массу неприятностей при обороне акватории, отвлекая огонь на себя и не допускать высадку морских десантов. Основой для такого типа может послужить тот же С-90, а полёт на экране обеспечит незаметный подход и отход к морским судам противника

Хочу отметить, что многие сравнивают экранолёты с кораблями и самолётами, выявляя одни недостатки одного типа по отношению к другим. Но данное средство сравнивать необходимо с подобными ему, т.е с СВП. Сравнивать экранолёты необходимо с нему подобными и тогда преимущество будет очевидным.

Подводя итог, вывод однозначен, экранолёт — это уникальное средство, объединяющее в себе свойства самолётов, кораблей и экранопланов, способное выполнять одновременно разные как военные, так и гражданские задачи.

Анализ физических параметров и методов моделирования вентиляционных процессов в системе распределения воздуха самолёта

Суханов Д.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гришина Л.А.
МАИ, Москва
dimasuhanov24@gmail.com

Целью работы является изучение параметров воздуха влияющих на комфортное пребывание пассажиров в салоне самолёта, выявления основных проблем в этом процессе и анализ методов моделирования, помогающих их избежать.

Основная задача гражданской авиации состоит в обеспечении безопасного перелёта пассажиров на различные расстояния. В условиях жёсткой конкуренции все авиакомпании мира прибегают к различным способам увеличения количества пассажиров на своих рейсах. Но несмотря на различные маркетинговые приёмы, финансовые бонусы, основным показателем выбора авиакомпании является безопасность и комфорт перелёта, а определяющим фактором комфорта пассажирских самолётов является комфорт пассажира непосредственно во время перелёта, и его физическое состояние во время него, а на этот показатель влияет качество вентиляционного процесса распределительной системы воздуха.

Система распределения воздуха — это важнейшая часть СКВ для пассажиров, т.к. она расположена непосредственно в салоне пассажирского самолёта. Воздух, прошедший через агрегаты СКВ, попадает с её помощью в салон. Самолёты имеют различные схемы распределения воздуха и создаваемые ими воздушные течения создают разные зоны комфорта для пассажиров.

Устройство систем распределения в современных самолётах, используемых авиакомпаниями могут кардинально отличаться между собой и из-за этого отличаются скорости воздуха на входе в кабину, и направления, так называемых, приточных струй. Скорость воздуха на входе в кабину, а именно его кинетическая энергия, поступающая в салон с прибывающим воздухом, напрямую воздействует на распределение воздушных параметров в кабине. И чем выше эта энергия, тем более равномерно и плавно распределяются параметры воздуха. Однако при одних СРВ равномерность скорости является благоприятным фактором, поскольку улучшает показатели вентиляции пассажиров, а при других — ухудшает. Определяющие значение имеет направление струй подаваемого воздуха.

Во время этого процесса может возникнуть «налипание» воздушной струи на выпирающие части конструкции внутренней части салона, что влечёт за собой образование невентилируемых (застойных) зон. Т.е. из этого мы можем сделать вывод, что самым основным показателем, влияющим на комфортабельность пассажиров наличие, так называемых, «застойных» зон, ведь именно они мешают идеальному распространению воздуха в салоне самолёта.

Так же сами пассажиры, а именно излучаемое ими тепло, может повлиять на искажение воздушного потока, что приводит к искажению картины движения воздуха в салоне, что увеличивает количество и изменяет местоположение невентилируемых участков.

Именно поэтому инженер-конструктор должен обладать сведениями о гидродинамических и тепловых процессах, предполагаемых в салоне самолёта ещё на моменте проектирования системы распределения воздуха. Для минимизации количества вышеописанных застойных зон. Получить же эти данные можно только при проведении экспериментальных исследований в наземных лабораториях. И в данном случае именно методы моделирования вентиляционных процессов могут помочь решить эту задачу.

Исследования по разработке и применению алгоритма численного моделирования потоков воздуха в пассажирских салонах самолётов при их вентиляции проводятся в различных странах и научных институтах. Самой актуальным методом математического моделирования, можно назвать разработку специалистов из ЦАГИ под руководством А.Е. Усачова. Этот метод базируется на методе решения полных уравнений Навье – Стокса, осреднённых по Рейнольдсу.

Для понимания качества работы системы вентиляции на начальном этапе проектирования достаточно численно смоделировать двумерные стационарные течения в различных поперечных сечениях салона самолёта. Это условность связана с тем, что проектировщики стараются создать систему вентиляции салона с равномерным распределением подачи воздуха.

На основе данных численного моделирования определяются основные параметры воздушных потоков внутри пассажирского салона самолёта и выдаются рекомендации по определению максимально оптимального способа подачи воздуха в салон. Картины линий тока течения дают возможность проанализировать систему вентиляции салона в рассматриваемом сечении. Численное моделирование полей течения воздуха в салоне пассажирского самолёта помогает оценить эффективность системы вентиляции и выявить нежелательные эффекты на стадии предварительного проектирования самолёта, что приведёт к снижению временных потерь во время НИОКРа.

А так же даёт возможность углубляться в эту проблематику, за счёт способности математического моделирования проверять гипотезы и теории на уровне экспериментов, что в долгосрочном прогнозе поможет сделать существенный шаг в развитие систем кондиционирования в общем, и системы распределения воздуха в частном случае, что напрямую повлияет на комфорт пассажиров в салоне самолёта и на актуальность данных летательных аппаратов соответственно.

Разработка беспилотного стратосферного авиационного комплекса для аэрологических исследований в целях метеорологии. «Высотный Старт»

Сухарев Д.А., Дерягин О.В., Митин Д.Е.
МАИ, Москва
ekranoplan@list.ru

Исследование влияния метеорологических факторов на успешную работу различных летательных аппаратов и народного хозяйства в целях повышения безопасности и возможности долгосрочного планирования.

Актуальность данной работы представлена фактом уникальности разработки беспилотного аппарата (БПЛА) для работы в верхних слоях атмосферы с целью изучения аэрологического состояния воздушных слоёв и более точного прогнозирования погоды.

Целью данного исследования является ознакомление общественности с результатами работы коллектива компании «Стратонавтика» и доказательство необходимости внедрения разработанного авторами проекта.

Гипотеза исследования заключается в минимизации издержек стратосферного беспилотного комплекса «Высотный Старт» для систематических полётов в верхние слои атмосферы.

Авторы исследования отмечают следующие особенности своего проекта:

1. Гибкость применения аппарата, обеспечивающего режимы полёта на всех эшелонах воздушного движения гражданской и военной авиации.

2. Техническое и технологическое соответствие запросам государственных служб, принципиальным требованием которых к малоразмерным БПЛА является наличие спутниковых транспондеров, полного комплекта бортовых аэронавигационных огней (БАНО) и строгого соблюдения полётных маршрутов.

3. Функциональную готовность к работе в сложных метеорологических условиях. Анализируется современное состояние изучения темы предлагаемого исследования, систематизированы данные докладов 18-го — 25-го Симпозиумов «PAC Symposium ESA on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research», где ряд коллективов из различных стран рассматривают перспективы разработки автоматической платформы для запусков дорогостоящего оборудования в стратосферу и автоматического возврата в точку старта.

Показано, что в России этим направлением занимается талантливый коллектив компании "Стратонавтика", добившийся определённых результатов.

Отмечается, что проект авторов «Высотный Старт» уже заинтересовал ряд государственных, частных и международных организаций-партнёров.

Особое внимание авторы уделяют анализу следующей проблемы: основной преградой при реализации подобных проектов в России является получение разрешений на систематические полёты в районе крупных населённых пунктов с целью обеспечения безопасного воздушного движения и сохранности важных наземных объектов.

Для глубокого изучения международных научных работ по предложенной в данном исследовании проблеме, инженерам необходимо знать особенности терминологии английского языка по рассматриваемой теме.

В результате проведённого исследования делается вывод, что предложенная гипотеза верна и, следовательно, необходимо создание условий для внедрения предложенной авторами исследования разработки.

Необходимо дальнейшее развитие и продвижение проекта, в том числе, и на английском языке.

Список литературы:

1. Страто-планер [Электронный ресурс] / Ближний космос, Аэрокосмическая лаборатория. — Заголовок с экрана, доступ свободный. URL: http://nearspace.ru/?page_id=258 (Дата обращения: 01.02.2020)

2. «PAC Symposium ESA on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research» / Website PAC Symposium ESA, Visby, Sweden, 2017, 11-15 June. Заголовок с экрана, доступ свободный. URL: http://pac.spaceflight.esa.int/ (Дата обращения: 25.01.2020)

3. Центральная аэрологическая обсерватория. Режим доступа: http://www.cao-rhms.ru/ (Дата обращения: 10.02.2019)

О проблемах реализации электрификации в самолётостроении первой половины 21 века

Тарасов Т.А.
МАИ, Москва
timtar228@gmail.com

Идея использования электрической энергии в авиации всегда была чрезвычайно популярна среди экологов. В последние годы развитие электрических самолётов достигло невообразимых ранее масштабов. Ведь известно, что электродвигатели обладают большей экологичностью и большей эффективностью, чем двигатели внутреннего сгорания. В последние годы наблюдается активная интеграция электрических элементов в самолёте, но создание полностью электрического самолёта сопровождается рядом проблем. На основе современных технологий электрические самолёты не смогут обладать большой автономией. Таким образом, электрический самолёт с электронным вентилятором может преодолеть расстояние в 160 км за один час, после чего для дозаправки потребуется ещё один час. В области коммерческого транспорта существует ряд дополнительных нюансов, связанных с энергоэффективностью и беспроводной передачей энергии во время полёта. Для того чтобы новые технологии стали применимыми в большой авиации, электростанции следующего поколения должны производить огромное количество энергии. В то же время, батареи должны быть одновременно меньше по весу и размеру, чем литий-ионные продукты, доступные сегодня. Однако электрическая авиация имеет много преимуществ. Поскольку в двигателе внутреннего сгорания гораздо больше движущихся элементов, которые требуют смазки и подвержены износу, чем в электродвигателе, самолёты с электрической тягой гораздо проще в обслуживании. Также, по сравнению с другими самолётами, электрические не нуждаются в строгих условиях содержания. Не менее важную роль играет тот факт, что 1 кВт энергии стоит меньше, чем сопоставимое количество топлива для самолётов с двигателями внутреннего сгорания.

Тем не менее, опираясь на современные технологии, электрическая авиация может быть актуальна только для небольших локальных целей, таких как: сельское хозяйство, небольшие полёты.

Расчёт геометрических параметров продольных силовых элементов фюзеляжа

Татару А.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Баранцев С.М.
ВУНЦ ВВС ВВА, Воронеж
a.kotik3@yandex.ru

Фюзеляж самолёта представляет из себя тонкостенную оболочку, подкреплённую изнутри продольным (лонжероны, стрингеры) и поперечным (шпангоуты) силовыми наборами. На фюзеляже уравновешиваются силы от прикреплённых к нему крыла, оперения, силовой установки, аэродинамические силы и массовые силы от грузов и агрегатов. Особенность прочностного расчёта фюзеляжа состоит в том, что он имеет значительную высоту поперечного сечения и большая часть обшивки и стрингеров, находящаяся вблизи нейтральной линии, испытывает нормальные напряжения, величина которых невелика. Основными напряжениями в них являются напряжения сдвига. В зоне сжатия по мере

удаления от нейтральной оси увеличивающиеся напряжения могут привести к потере устойчивости. Увеличение сжимающей нагрузки приводит к потери устойчивости стрингеров. Наступление опасного состояния для фюзеляжа определяется моментом начала потери устойчивости сжатого стрингера, максимально удалённого от нейтральной оси сечения.

Для расчёта на прочность фюзеляжа необходимо иметь геометрические параметры сечений фюзеляжа, физико-механические свойства материалов элементов конструкции и эпюры поперечных сил, изгибающих и крутящих моментов. При решении индивидуальных инженерных задач проектирования фюзеляжа выполнены расчёты продольных силовых элементов фюзеляжа. Решалась как прямая, так и обратная задача, позволяющие определить геометрические размеры поперечных сечений стрингеров или лонжеронов, осуществить проверку прочности и выбор материала несущего элемента.

При алгоритмизации расчётов был осуществлён анализ параметров, и определены величины, которые использовались в качестве исходных и сформулированы требования к характеристикам и их значениям которые получались в результате.

Расчёты позволили определить значения критических нормальных и касательных напряжений в наиболее нагруженных сечениях фюзеляжа.

Беспилотная автономная посадка мульти-винтового воздушного аппарата на подвижную наземную платформу

Тахтамышев И., Хайдаров Д.Р., Хайруллин А.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гайнутдинов В.Г.
КНИТУ-КАИ, Казань
filosoffkin@mail.ru

В настоящее время автономные мульти-винтовые малые летательные аппараты (МЛА) исключительно хорошо удовлетворяют определённым видам миссий, которые возможны в условиях стационарного (постоянного) полёта, но их более обширное использование по-прежнему сталкивается со многими препятствиями, в частности, из-за их ограниченного диапазона действия и сложности развёртывания аппаратов в естественной среде. В этой статье мы предлагаем решение проблем автоматической посадки устройства на наземную платформу (автомобиль) движущуюся с относительно высокой скоростью. В общих чертах представлена системная архитектура, включающая в себя структуру фильтра Калмана для оценки относительного положения и скорости между устройством и посадочной площадкой. Предложенный алгоритм и спроектированный контроллер пригодны для всех манёвров. Разработанная система экспериментально проверена успешной посадкой коммерческого устройства, в нескольких испытаниях, на поверхность подвижной наземной платформы, движущейся со скоростью выше 30 км/ч.

Способность мульти-винтовых воздушных аппаратов выполнять полёт в стационарном режиме делает их особенно интересными для широкого разнообразия операций, например: слежение за местностью, доставка посылок (груза), или поисковые операции и операции по спасению. Однако, их сложно использовать самостоятельно, из-за относительно короткого времени автономной работы и малой дальности полёта. Разворачивание МЛА с мобильных наземных аппаратов и платформ может облегчить эту проблему и предоставить возможность более эффективного развёртывания в полевых условиях. Для примера, грузовые транспортировочные машины, общественные автобусы или морские перевозчики, а также поезда могут быть использованы для транспортировки МЛА между интересующими локациями и тем самым предоставить возможность периодической перезарядки и пополнения топлива. Для поисковых и спасательных операций синергия между наземным и воздушным аппаратом может помочь сохранить драгоценное время операции и проложить путь к эффективному развёртыванию большого парка автономных МЛА.

Идея объединения наземных платформ и МЛА уже привлекла внимание производителей автомобилей и МЛА. Многие исследовательские группы ранее уже рассматривали проблему

посадки МЛА на мобильные платформы, но многие из существующих работ рассмотрены при посадке на морские платформы или точные посадки на статические или медленно движущиеся наземные объекты.

Эксперимент.

Мы внедрили разработанную систему на коммерческий, готовый к использованию квадрокоптер. Все вычисления выполнены при помощи стандартного бортового компьютера этого устройства. Установлена трёхосевая гироскопическая камера, с помощью которой мы получали цветные изображения в формате 720p YUV с частотой 30 Гц. Для уменьшения вычислений, мы отбросили каналы U и V и субдискретизировали изображения, чтобы добиться черно-белого изображения размером 640 x 360. Мы модифицировали аппарат, добавив камеру, снаряжённую ультраширокоугольным объективом, с полем обзора в 176 градусов. Аппарат так же снаряжён модулем наведения и имеет возможность поднятия пяти стереокамер, которые предназначаются для помощи в создании карт местности. Этот модуль беспрепятственно интегрируется с инерциальной навигационной системой, для обеспечения данными положения, скорости и ускорения. Для нашего аппарата мы используем комплекс бортовых датчиков, описанных предыдущими исследователями.

Заключение.

Проблема автоматической посадки МЛА на подвижный аппарат была решена экспериментальными тестами, проходящими на скорости выше 30 км/ч.

Фильтр Калмана был использован для оценки позиции МЛА относительно посадочной площадки. Объединив измерения, полученные с бортовой инерциальной навигационной системы, информацией, полученной при помощи опознавания визуального знака и данных с мобильного телефона, мы тем самым получили уточнённые данные. Кроме того, исследование показывает, что система может быть реализована, при использовании только коммерческих, готовых к использованию комплектующих.

Будущая работа может включать использование нескольких визуальных опознавательных знаков, разных размеров, расположенных на посадочной площадке, чтобы получить визуальное слежение за целью на более далёких и более близких расстояниях, используя одиночную камеру или упрощая систему.

Список литературы:

1. Garone, E., Determe, J.F., and Naldi, R. (2014). Generalized traveling salesman problem for carrier-vehicle systems. AIAA Journal of Guidance, Control and Dynamics, 37(3), 766–774.

2. Garrido-Jurado, S., noz Salinas, R.M., Madrid-Cuevas, F., and Mar´ın-Jim´enez, M. (2014). Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion. Pattern Recognition, 47(6), 2280 — 2292.

3. Gautam, A., Sujit, P.B., and Saripalli, S. (2015). Application of guidance laws to quadrotor landing. In Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), 2015 International Conference on, 372–379.

Анализ концепции летающего автомобиля

Тельминов П.О.
Научный руководитель — Назаров Е.В.
МАИ, Москва
pavtel2001@gmail.com

Быстроразвивающийся мировой рынок авиации требует предопределения тенденций будущих разработок, подготовку к новым решениям и направлениям.

Произведён анализ глобальных маркетинговых отчётов по исследованию рынка летающих автомобилей (далее Лавто). Анализ предполагает вертикальный рост объёма рынка Лавто в период активного исследования технологий, который продлится до 2035 года. За это время сформируется новый сегмент в транспортной индустрии — Лавто. Он будет создан частично из автомобильного объёма рынка и рынка частной авиации. В период исследований и выпуска все более дешёвых моделей будет происходить перераспределение объёма рынка и поступаемых инвестиций между уже давно привычным транспортом и новым растущим

сегментом летающих автомобилями. Насыщение рынка Лавто будет связано с высокой концентрацией конкурентной среды и большим числом новых решений, предполагается на 2035 год. В свою очередь, рынок летающих автомобилей будет разделён на два сегмента и будут внедряться в жизнь людей поочерёдно. Первый сегмент — это персональный летающий автомобиль. Он уже представлен на рынке, а первые модели летающих автомобилей уже можно купить. Второй сегмент — это общественный транспорт — летающее TAXI. Он будет активно развиваться после 2025 года, что обусловлено большой зависимостью от развития специальной инфраструктуры мегаполиса.

Дальнейший анализ запуска производства строится на сегменте персонального летающего автомобиля, с целью попадания в число первых компаний по выпуску техники в новой нише и укоренению в ней. Из чего и был сформирован главный критерий летающего автомобиля персонального сегмента — высокое потребительское качество.

Была выбрана ориентированность рынка по странам, определена стоимость разработки с допуском 30% погрешностью. В работе приведена годовая выручка на 2029 год и сформированы экономические цели производства. Проведён SWOT анализ конкурентной среды и определён технический облик летающего автомобиля.

Основу концепта составляет применение блочной конструктивной схемы (автомобиль + блок-крыло), что сможет обеспечить необходимую дальность в 750 км, мобильность на дорогах общего пользования, пассажировместимость и упростит принцип сертификации.

Проведён прогнозируемый расчёт выручки производства, который был основан на поэтапном наращивании объёмов производства. Представлена предполагаемая производственная кооперация для Российского производства. План по разработке и предполагаемый поток инвестиционных средств, а также выявлена целевая аудитория.

Отмечается о возможности реализации проекта до Гейт 3 в рамках МАИ, так как проект соответствует критериям ВУЗа.

Анализ и перспективы разработки сверхзвукового пассажирского самолёта нового поколения

Тихонова А.Ю., Дерен Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Волхонский А.Е.
МАИ, Москва
nastya.tixonova.1999@mail.ru

В настоящее время во всем мире возродился интерес к разработке экологически чистого, технологически осуществимого и экономически выгодного сверхзвукового транспортного самолёта. Возобновлены программы по созданию такого сверхзвукового пассажирского самолёта (СПС), и в первую очередь самолёта делового класса (СДС), что является самым большим вызовом для современной мировой гражданской авиации.

Целью данной работы является обзор и анализ соответствующих исследований, проводимых за рубежом и в нашей стране, связанных с решением проблем, связанных с аэродинамикой сверхзвукового полёта и уменьшением интенсивности звукового удара, выбора аэродинамической схемы самолёта, нагревом конструкции на сверхзвуковых скоростях, материалам и технологии производства, обеспечению прочности самолёта, выбору силовой установки СПС и многим другим.

Проанализирована история создания первых СПС «Ту-144» и «Конкорда», которая показала главные барьеры для будущих гражданских сверхзвуковых самолётов, в первую очередь экологические (звуковое загрязнение, шум, эмиссия и т.д.).

Фундаментальная проблема возвращения к СПС — звуковой удар на земле. Так как вес и габариты сверхзвукового самолёта оказывают наибольшее влияние на интенсивность звукового удара, то почти невозможно создать тяжёлый и большой самолёт с низким уровнем шумового загрязнения. Поэтому соответствующие исследования были направлены в сторону возможности создания малых сверхзвуковых самолётов — бизнесджетов (SSBJ). Работы по анализу рынка СПС проводились на фирме Meridian International Research, корпорацией

Aerion, фирмой Gulfstream, Teal Group, японской JAXA. За три последних десятилетия были выполнены в общей сложности 22 программы (шесть университетских исследований, восемь отраслевых и восемь исследований в НАСА). В нашей стране исследования проводятся в ЦАГИ, ОАО «Авиадвигатель», ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», компаниями «Сухой» и «Туполев» и рядом других организаций.

В 2019 году компания Lockheed Martin приступила к сборке первого лётного образца сверхзвукового самолёта X-59, имеющего конструкцию планера, позволяющую образовывать в полёте как можно меньшее количество ударных волн малой интенсивности. Сообщается, что в 2023 г. этот самолёт начнёт совершать испытательные полёты.

Проведённый анализ работ в различных странах по созданию делового сверхзвукового пассажирского самолёта на основе нового задела в различных областях современной авиационной науки и техники позволяет надеяться, что в скором будущем мы станем свидетелями его успешной эксплуатации на авиалиниях мировой гражданской авиации.

Список литературы:

1. Tsinghua U., Cranfield S. Review and prospect of supersonic bisiness jet design. Progress in Aerospace Sciences, Vol. 90, April 2017, pp. 12–38.

2. Morgenstern J., Norstrud N. et al. Final report for the advanced concept studies for supersonic commercial transports entering service in the 2030 to 2035 period. 2010. ntrs.nasa.gov.

Разработка методики применения топологической оптимизации при проектировании ЛА

Устинов Д.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Завалов О.А.
МАИ, Москва
shimanagu@gmail.com

Создание авиационной техники неразрывно связано с проблемой обеспечения высокого массового совершенства несущих конструкций. Критерии оптимальности веса и геометрии деталей могут быть сформулированы на достаточно строгом математическом языке в виде задачи оптимизации, и при определённых допущениях на них может быть дан единственно верный ответ. Такой процесс называется топологической оптимизацией.

Топология структуры, т. е. расположение материала или расположение элементов конструкции в структуре, имеет решающее значение для её оптимальности. Традиционно топология изделия в большинстве случаев выбирается либо интуитивно, либо на основе уже существующих изделий (Current-Design-World-State) [1]. Тем не менее, существует значительная необходимость и заинтересованность в улучшении качества изделий путём нахождения их наилучшей возможной топологии на самой ранней стадии процесса проектирования.

Целью исследований является разработка методики применения инструментов топологической оптимизации для проектирования деталей, узлов и агрегатов авиационной техники. Данная методика подразумевает под собой свод рекомендаций, правил и ограничений использования инструментов топологической оптимизации в различных случаях проектирования, таких как перепроектирование существующих деталей для улучшения существующих конструкций и проектирование новых узлов и агрегатов.

Для достижения цели исследований в первую очередь необходимо определить область применения инструментов топологической оптимизации при проектировании. В случае перепроектирования деталей в первом приближении эффективность топологической оптимизации можно свести к зависимости от сложности топологии уже существующей детали. При проектировании новых деталей, узлов и агрегатов данный фактор отсутствует, что усложняет оценку целесообразности применения топологической оптимизации. Для решения этих вопросов на основе расчётов и мат. моделирования требуется определить зависимость результатов топологической оптимизации от изначальной топологии детали, а

также вывести зависимость топологии детали от граничных и начальных условий задачи проектирования.

Список литературы:

1. Eschenauer H.A., Olhoff N., Topology optimization of continiuum structures: a review, Appl Mech Rev vol. 54,No. 4, July 2001, p. 331-390.

К задаче о форме ячеек солнечных батарей

Фёдоров Н.Н., Бекеров И.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Кваша В.С.
КБ МОТОР, Москва
fedorovnikita235@gmail.com

Солнечные батареи активно используются как на земле, так и в космосе. В космосе они играют важное значение, так как обеспечивают питание искусственных спутников Земли солнечной энергией без других внешних источников энергообеспечения. Современный мир невозможно представить без спутниковой связи, поэтому создание долговечных и надёжных солнечных батарей является актуальной и важной задачей.

В статье рассмотрен возможный вариант оптимизации конструкции панели солнечных батарей, применяемых в ИСЗ или любых других летательных аппаратах, в которых присутствуют солнечные батареи.

При попадании космического мусора в панель солнечной батареи, из строя выходят элементарные ячейки, что приводит к снижению срока службы летательного аппарата или к его полной конструктивной гибели. Применяя аппарат теории вероятности, получены выражения математических ожиданий выбивания ячеек при попадании в них небольших кусков метеоритного камня или космического мусора в зависимости от формы ячеек.

В качестве формы элементарных ячеек были выбраны прямоугольник, правильный треугольник, шестиугольник. Полученные выражения математического ожидания и их параметрический анализ позволяют сделать вывод о целесообразности применения ячеек шестиугольной формы взамен прямоугольных ячеек, применяемых в настоящее время.

Несмотря на то, что в работе не освещён вопрос технологии производства ячеек солнечных батарей, статья несёт практический, прикладной характер и не является формальными рассуждениями. Напротив, с точки зрения унификации шестиугольные ячейки лучше прямоугольных так как имеют больше осей симметрии.

Современные способы резки металла

Фёдорова Н.А.
МАИ, Москва
fyodorovan89021649884@mail.ru

Производство летательного аппарата начинается в заготовительных цехах, где получают первые образы будущих деталей. Большую часть номенклатуры продукции заготовительных цехов авиационных заводов составляют плоские детали и заготовки из листа. Основную массу этих деталей целесообразно получать в раскройных цехах на высокопроизводительном механизированном и/или автоматизированном оборудовании. Совершенствование именно этого этапа позволяет повысить технологичность всего цикла производства летательного аппарата (ПЛА).

Для ПЛА свойственно мелкосерийное и опытное производство, следовательно, централизованный общезаводской раскрой сложно организовать. Этим фактором и оправдывается применение не высокопроизводительного и недорого неавтоматизированного оборудования, оказывающимся экономически целесообразным.

Мелкие доводочные работы по доработке деталей из листа обычно выполняются непосредственно на участках узловой и агрегатной сборки. Для этих работ применяется малогабаритные настольные вибрационные, пневматические и электрические ручные ножницы.

В ПЛА наибольшая часть деталей — это детали криволинейного контура: нервюры, шпангоуты, диафрагмы, различные жёсткости, крышки люков, обшивки одинарной и двойной кривизны и пр. Поэтому при выборе оборудования для технологии раскроя необходимо учитывать следующие факторы: технологическая группа детали, материал, толщина, масштабы производства, требования к точности и взаимозаменяемости размеров и формы и пр. Стоит учитывать и характерную авиационной отрасли высокую стоимость материалов, так как это так же влияет на выбор технологии.

Раскрой, осуществлявшийся когда-то ручным способом, постепенно механизировался и автоматизировался; одним из наиболее применимых способов было фрезерование по контуру на трёхкоординатных копировально-фрезерных станках. На смену фрезерованию пришли более современные и автоматизированные способы — плазменная, лазерная и гидроабразивная резки. Сравним лазерную и гидроабразивную резки металла.

Лазерная резка — это метод раскроя, заключающийся в использовании лазерного луча, сконцентрированного на его поверхности металла, высокой мощности.

Данный метод позволяет резать металлы толщиной до 20 мм, но наибольшее эффективно до 6 мм. Эта особенность связанна с низким коэффициентом полезного действия лазерного луча (15%). Сплавы на основе алюминия и титана, а также высоколегированные стали, в силу больших отражательных свойств, плохо поддаются воздействию лазера, поэтому раскраивают материал небольших толщин.

Преимущества этого метода: минимальная ширина реза (0,1 мм), высокая производительность, точность, качество поверхности, отсутствие динамических или статических напряжений. Недостатком данного метода является подверженность материалов воздействию высоких температур, вследствие чего необходима дополнительная обработка поверхности.

Наибольшие возможности применения лазерной резки в ПЛА могут быть раскрыты в заготовительно-штамповочном производстве: выполнение раскроя листовых деталей, которые впоследствии подвергаются гибки, а также сверление технологических отверстий, что значительно повышает производительность и снижает трудоёмкость.

Гидроабразивная резка — это наиболее перспективная и прогрессивная технология резки материала. Основу установки для резки составляет насос сверхвысокого давления. Струя воды проходит через тонкое (0,1 мм) сопло (рубиновое, сапфировое или алмазное) ускоряется до трёхкратной скорости звука, разрезает материал толщиной до 300 мм. При резке мягких материалов применяют чистую воду без абразива, а абразив гранатового песка позволяет резать более твёрдые материалы.

Достоинства водоструйной резки: минимальная ширина реза, высокая производительность, низкая шероховатость поверхности, отсутствие нагрева разрезаемых заготовок, а, следовательно, и минимальная деформация материала. Недостатком данного метода является высокая стоимость оборудования и комплектующих. Однако при достаточной загрузке оборудования, срок окупаемости уменьшается.

В авиационной промышленности гидроабразивная резка находит применение в раскрое листов из алюминиевых, титановых и стальных сплавов при изготовлении сборочных приспособлений или отдельных деталей каркаса.

Для сравнения лазерной и гидроабразивной резки были выбраны следующие критерии: максимальная толщина метала, ширина реза, шероховатость поверхности, эксплуатационные расходы, производительность, экологичность и безопасность.

На основании результатов эксперимента по определению эффективности данных методов был сделан следующий вывод: гидроабразивная резка наиболее эффективна при раскрое материала толщиной от 6 мм, а до 6 мм метод лазерной резки.

На основании вышеперечисленного можно сделать вывод, что гидроабразивная резка — наиболее технологичный способ раскроя в ПЛА.

В настоящее время учёные разрабатывают новые методы: резка металла с помощью электромагнитного импульса, с помощью ультразвука. Возможно, в скором времени эти методы найдут применение в ПЛА.

Разработка носового радиопрозрачного обтекателя с диэлектрической оболочкой из кварцевой керамики для ракеты средней дальности

Хохлов А.В.
Научный руководитель — Бут А.Б.
МАИ, Москва
verenor2012@yandex.ru

В соответствии с требованиями технического задания разработан обтекатель обеспечивающий надёжную защиту антенного устройства головки самонаведения от аэродинамического воздействия на носовую, радиопрозрачную часть диэлектрической оболочки, приводящего к нагреву её наружной поверхности, в соответствии с заданным режимом, до максимальной температуры при автономном полёте ракеты.

В течение всего времени полёта ракеты обтекатель обеспечивает стабильное прохождение сигналов радиотехнического комплекса и не допускает искажений сигнала.

В соответствии с результатами анализа условий эксплуатации и комбинированного воздействия аэродинамических нагрузок, которые испытывает оболочка разрабатываемой защиты антенного устройства головки самонаведения в процессе полёта ракеты по заданному режиму, можно считать наиболее оптимальным диэлектриком для обтекателя жаростойкие материалы, разработанные на основе окисных неорганических соединений, прежде всего — на основе диоксида кремния.

Возникающие проблемы конструирования узла соединения хрупкой керамической оболочки, обладающей относительно невысокими прочностными характеристиками, с металлическим стыковым шпангоутом соседнего отсека решены методом клеевого соединения внахлёстку с помощью специального состава, так как традиционные способы не подходят.

При хранении и эксплуатации устойчивость к климатическим воздействиям защиты антенного устройства головки самонаведения обеспечивается нанесением влагозащитного покрытия на внутреннюю и наружную поверхность керамической оболочки, которое является достаточно термостойким.

Для достижения высокой устойчивости к циклическому изменению температур применяются средства герметизации и материалы, температурный коэффициент линейного расширения которых близок к керамике в заданном режиме.

Формирование облика конвертируемого летательного аппарата с преобразуемыми винтомоторными группами

Цюцюра С.Ю., Гвоздев Н.Д.
Научный руководитель — Редькин А.В.
ЦАГИ, Жуковский
Serega.tsutsura@mail.ru

В настоящее время класс ЛА вместимостью до 19 мест, обладающих возможностями вертикального взлёта и посадки, весьма актуален для нашей страны и её отдалённых регионов с деградировавшей аэродромной сетью.

При разработке концепции в качестве исходных были приняты требования Министерства транспорта РФ к новым самолётам для местных авиалиний:

• Увеличенная дальность полёта не менее 1400 км с полной полезной нагрузкой (19 пассажиров) для двухмоторного самолёта;

• Крейсерская скорость не менее 300 км/ч;

• Увеличенный вес пассажира с багажом (100-110 кг);

• Возможность эксплуатации с грунтовых и заснеженных аэродромов, безаэродромная эксплуатация, повышение доступности;

• Конкурентоспособность по топливной эффективности.

Примем, что преобразуемый ЛА должен с полезной нагрузкой 1900 кг (пассажир 77 кг + багаж 23 кг х 19) иметь дальность в 1400 км при крейсерской скорости в 360 км/ч на высоте полёта 3 км.

На базе серийного двухмоторного самолёта с турбовинтовым двигателем (ТВД) «L-410» рассмотрена концепция 19–ти местного конвертируемого ЛА с гибридной силовой установкой(ГСУ).

ГСУ включает в себя две маршевые винтомоторные группы, состоящие из винта, турбовинтового двигателя и электродвигателя(ЭД)- генератора, соединённых через обгонные муфты и четыре подъёмные ВМГ, которые состоят из двух ЭД и складывающегося двухлопастного вита. Подъёмные ВМГ расположены на поворотных пилонах и убираются в обтекатели, закреплённые на концах крыла, с целью снижения аэродинамического сопротивления на крейсерском режиме полёта. Электрическая мощность, необходимая для подъёмных ЭД на взлёте и посадке на 50% обеспечивается генераторами с приводом от ТВД и на 50% от аккумуляторной батареи. Удельная нагрузка на обметаемую подъёмными винтами площадь, принята не более 90 кг/м^2, по условиям возможного базирования (влажный грунт, песок, гравий). Расположение двух ЭД на одной подъёмной ВМГ обеспечивает безопасность в случае отказа одного ЭД на режиме взлёта и посадки. Размещение ЭД-генератора и ТВД на одном валу позволяет избежать появления несимметричной тяги в крейсерском режиме

На основе концептуальной 3D модель, выполнены аэродинамические расчёты с применением модуля ANSYS CFX и расчёты на прочность элементов силовой конструкции с применением программы Abaqus. Результаты расчётов позволили определить массовые и скоростные характеристики конвертируемого ЛА.

Полученная расчётная взлётная масса многовинтового преобразуемого ЛА на 90% больше, чем у базового ЛА самолёта Л-410УВП, при этом расчётная дальность с максимальной полезной нагрузкой (1900 кг) для разработанной концепции на ~800 км больше базового ЛА. Однако, преобразуемый ЛА обладает возможностью вертикального взлёта и посадки, а также более высокими скоростными характеристиками по сравнению с Л410УВП.

По сравнению с вертолётом классической схемы преобразуемый ЛА при равном взлётном весе имеет большую в 1,8-2 раза дальность полёта, и более высокую крейсерскую скорость — 400 км/ч.

Прочностной анализ силового шпангоута самолёта

Черников В.И.
Научный руководитель — к.т.н. Баранцев С.М.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
vladimircernikov44304@gmail.com

Методы проектирования фюзеляжа летательного аппарата должны позволять на этапе создания конструкции планера, получать конструкцию, обладающую высокой прочностью и жёсткостью при относительно небольшой массе. Поскольку вес конструкции является одним из ключевых параметров, решение задачи проектирования элементов конструкции фюзеляжа, представляет интерес [1].

Шпангоуты является основным поперечным силовым элементом фюзеляжа. Их устанавливают в местах крепления крыла, хвостового оперения, двигателя, шасси, а также по краям больших вырезов. Размеры сечения таких шпангоутов определяются прочностными расчётами.

В качестве исходных данных для выполнения расчётов используются следующие параметры: длина, радиус и удлинение фюзеляжа; размах, угол стреловидности и сужение крыла; вес самолёта; максимальная эксплуатационная перегрузка, вес одного и число сосредоточенных элементов на крыле. При определении предельных нагрузок на шпангоуты выполняется определение его типа: Чаще всего они выполняются сплошной стенкой с подкрепляющей стойкой или в виде плоской рамы. Поскольку величины нагрузок на силовой

шпангоут известны и определяются усилиями и моментами передаваемые на него крылом и другими конструктивными элементами, существует возможность прочностного анализа самого силового шпангоута [2].

Нагрузки, передаваемые на шпангоут, уравновешиваются потоком касательных усилий в обшивке. Поскольку пояса шпангоута не работают ни на изгиб, ни на растяжение площадь поперечного сечения пояса невелика.

Прочность стенки определяется способностью выдерживать сдвиговые нагрузки в стенке. Шпангоут со сплошной стенкой является выгодным элементом с точки зрения экономии веса, однако он не может быть использован там, где в конструкции должны быть вырезы для размещения оборудования, агрегатов и т.п. В таких местах ставят рамные шпангоуты.

По своей силовой схеме, рамный шпангоут, представляет замкнутую плоскую раму, нагруженную силами, лежащими в плоскости. Такая рама, как известно из курса сопротивления материалов, является трижды статически неопределимой системой и её расчёт производится методом сил. Решение задачи упрощается при антисимметрией нагрузке на шпангоут. В этом случае необходимо определить единственную поперечную силу. Создаваемый ею поток касательных усилий, определяется по формуле Бредта.

Алгоритм расчёта параметров шпангоута состоял в определении геометрических характеристик сечения. Варьируемыми параметрами являлись: толщина стенки и обшивки, площадь пояса шпангоута. Расчёты завершались при получении наилучшего соотношения между получаемыми напряжениями и геометрией силовых элементов шпангоута. Разработанный алгоритм востребован при определении проектных параметров летательного аппарата при курсовом и дипломном проектировании.

Автономное базирование транспортно-боевых вертолётов как средство повышения их боевой эффективности

Чернов Д.А., Алексеев И.А., Сурков М.В.
Научный руководитель — к.т.н. Кузнецов А.Д.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
den.chernov.06@inbox.ru

В ряду современных средств вооружённой борьбы, способствующих дальнейшему повышению боевых возможностей и эффективности действий сухопутных войск, все большее значение приобретают вертолёты огневой поддержки. Эксплуатация авиационной техники в условиях манёвра определяется силами и средствами, необходимыми для её подготовки к полётам на аэродроме базирования. В условиях автономного базирования таких сил и средств нет.

Для обеспечения автономности обслуживания вертолётов вне аэродрома базирования к ней предъявляется ряд требований, основными из которых являются:

• Подготовка к полётам вертолётов должна осуществляться силами экипажа с применением средств, находящихся на борту и унифицированными средствами наземного обслуживания;

• Вертолёты должны быть оборудованы вспомогательной силовой установкой и т. д.

Вспомогательная силовая установка Аи-9В, используемая на вертолёте Ми-24 отвечает требованиям, предъявляемым к данному типу двигателей.

Однако на данном вертолёте не предусмотрен привод основного генератора переменного тока ГТ40ПЧ-6 и плунжерного насоса основной гидросистемы НП-92А от неё. Поэтому проверка работоспособности авиационного оборудования при подготовке кабины вертолёта к запуску двигателей ТВ3-117В и проверка гидросистемы без использования спецмашин типа АПА-5 и электрогидравлических установок невозможна. Такая проверка может быть осуществлена, но только при запущенных основных двигателях ТВ3-117В, что не всегда удобно. При этом нерационально расходуется ресурса двигателей.

Решением данной проблемы могло бы стать применение воздушно-лопаточной машины типа турбопривода, используемого энергию сжатого воздуха от вспомогательной силовой

установки, для вращения выше рассмотренных агрегатов. Это позволит производить длительные проверки вертолёта в условиях манёвра без применения специальных наземных энергетических установок.

Список литературы:

1. Платунов В.С., «Методология системных военно-научных исследований авиационных комплексов» — М.: Издательство «Дельта», 2005 г.

2. Конструкция серийного летательного аппарата. Вертолёт Ми-24 (Ми-35). Вертолётные системы. Учебное пособие. ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж 2017 г., с. 178.

Проектирование подкрепления отверстия окна фюзеляжа с учётом наличия кривизны и эксцентриситета жёсткости окантовки

Шабляускас Т.Э.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Дудченко А.А.
ОАО «ГСС», МАИ, Москва
shablyauskas.tomas@yandex.ru

В работе рассматривается вопрос проектирования подкрепления отверстия для окна фюзеляжа. Вопрос проектирования подкрепления для прямой панели рассматривался в работе [1], но там не учитывалась ни возможная кривизна панели, ни одностороннее расположение подкрепления относительно обшивки. Каждая из перечисленных особенностей даёт дополнительное возмущение напряжённо-деформированному состоянию (НДС) и уже не обеспечивает в самой панели невозмущённого НДС в районе окантовки. Считаем, что окантовка для прямой панели спроектирована, поэтому сначала учтём и вычислим дополнительное НДС, получаемое от одностороннего расположения подкрепления, т.е. наличие эксцентриситета, а затем и наличие заданной кривизны. Поскольку задача решается в линейной постановке, то используется принцип суперпозиции при сложении полученных решений. Полученные решения накладываются на имеющее решение первоначальной задачи и затем проверяем суммарное НДС и сравниваем с величиной предельного напряжения материала.

Рассматриваются отверстия двух типов: круглые и овальные.

Предварительно определяется НДС в отсеке фюзеляжа от действия нагрузок на хвостовое оперение (рассматривается расчётный случай) и действия внутреннего давления и затем НДС в районе рассматриваемого окна. В начале находятся параметры подкрепления для прямой панели, а затем вычисляются дополнительные напряжения от влияния эксцентриситета и наличия кривизны фюзеляжа.

После нахождения нового напряжённого состояния, проводится анализ и сравнение с первоначальным напряжённым состоянием и по возможности коррекция параметров подкрепления с учётом получаемой массы.

Разработка конструкции планера современного самолёта для осуществления сельскохозяйственных работ

Шевченко М.О., Пасичная М.М.
Научный руководитель — Лапышев А.А.
УлГТУ, Ульяновск
Maksim777754@yandex.ru

Разработка сельскохозяйственного самолёта является необходимостью, так как он обеспечивает наиболее эффективную работу, связанную с орошением и визуальным наблюдением посевных площадей. Статистика показывает, что специально спроектированный самолёт для сельскохозяйственных нужд является во всех аспектах лучше, чем переоборудованный самолёт.

Проведённые расчёты на основании построенной 3D модели самолёта показывают, что отклонение результатов ненамного отличаются от аналогичных по классу летательных аппаратов, а именно в пределах 10%.

Позитивные тенденции развития сельскохозяйственного производства в России, тем не менее, требуют дальнейшего развития, для закрепления достигнутых рубежей в деле обеспечения продовольственной безопасности и решения экспортного потенциала российского АПК. Одним из факторов риска являются периодические нашествия насекомых-вредителей, в первую очередь, саранчи и лугового мотылька. От успешной борьбы с ними во много зависит производственная безопасность России. С наибольшим успехом данную проблему удаётся решить путём авиационной обработки посевных площадей. Очевидно, что в наше время необходимо наличие такой структуры, как «ПАНХ» («Применение авиации в народном хозяйстве»). Исходя из сегодняшних реалий такая структура могла бы входить в состав МЧС РФ, либо Министерства сельского хозяйства. Дополнительным направлением специализации такого объединения может быть использование сельскохозяйственных судов для нужд лесоохраны, для дезинсекции лесных массивов.

Разработка и производство беспилотного самолёта «Кадет»

Шестернин Д.С., Лепёхин Г.Н., Тавицкий В.А.
МАИ, Москва
dimanshesternin@yandex.ru

Беспилотные летательные аппараты активно применяются как в гражданской, так и в военной сфере. В последнее время остро встала проблема противодействия беспилотным летательным аппаратам ударного назначения. Для отработки решения этих задач в СКБ-602 МАИ был создан комплекс с БПЛА самолётной схемы — “Кадет”. Основные задачи, которые решает комплекс:

- Обучение внешних пилотов БВС
- Отработка навыков противодействия БПЛА
- Создание мишенной обстановки при моделировании налёта

Низкая себестоимость БПЛА и малое время изготовления, при сохранении возможности выполнять задачи — основное требование к БПЛА-мишени. Снижение стоимости конструкции при сохранении лётно-технических характеристик достигалось за счёт применения дешёвых материалов — фанеры, поликарбоната, пенопласта. Элементы фюзеляжа и крыла были выкроены на лазерном станке. Большая часть крепёжных элементов была выполнена методом 3D печати из PLA пластика.

Аэродинамическая схема БПЛА — нормальная с тянущим винтом. В качестве силовой установки применён двухтактный двигатель внутреннего сгорания мощностью 6 л.с. Аппарат имеет трёхстрочное шасси с носовой стойкой. Модульность конструкции позволяет осуществлять быструю и удобную сборку/разборку БПЛА для его транспортировки.

Система управления состоит из автопилота, радиоканала и канала телеметрии с дальностью действия до 40 км. БПЛА может осуществлять как автоматических полёт по заранее заложенной программе, так и полёт в режиме ручного управления.

Расчёт лётно-технических характеристик и проектирование велось с применением современных CAD и CAE систем. Были сформированы управляющие программы для оборудования с ЧПУ: станка лазерной резки, 3d принтера, фрезерного станка портального типа.

Основные лётно-технические характеристики (ЛТХ) самолёта: время полёта — 2 часа, крейсерская скорость — 80 км/ч, масса пустого самолёта — 14 кг, масса полезной нагрузки – 2,5 кг

Выявление тенденции изменения скоростей самолётов

Ягмурова А.
МАИ, Москва
ayshayagmurova1612@gmail.com

Одной из основных технических характеристик летательного аппарата является скорость. За последние 60-70 лет скорость передвижения пассажирских самолётов претерпела изменения, что может быть связано с изменениями требований, предъявляемым к авиационным комплексам и необходимостью созданий условий для быстрого, но в то же время доступного перемещения по всему миру. Выявление тенденции изменения скоростей полёта магистральных самолётов поможет понять, какими характеристиками должен обладать летательный аппарат (ЛА), отвечающий требованиям современности и спрогнозировать тенденцию изменения характеристик ЛА в будущем. В представленной работе субъектом является крейсерская скорость самолёта. В рамках исследования будут рассмотрены самолёты гражданской магистральной авиации с турбовентиляторными двигателями (ТРДД), так как именно они осуществляют наибольшее количество пассажироперевозок.

История пассажирских реактивных авиалайнеров начинается с 1952 года, когда впервые был введён в эксплуатацию Де Хеввиленд Комет 1. Этот самолёт ознаменовал начало новой эры в области гражданской авиации. С течением времени наука развивалась, появлялись новые технологии, идеи, что давали людям возможность конструировать все более и более совершенные ЛА. С началом массовой эксплуатации самолётов с реактивными двигателями началась и гонка скоростей между разными конструкторскими бюро. В то время именно наибольшая скорость полёта самолёта казалась наивыгоднейшим конкурентным преимуществом.

В работе рассматриваются такие самолёты, как Ту-104 (1956, 800 км/ч), Боинг 707-120 (1958, 917 км/ч), Дуглас DC-8 (1959, 934 км/ч), Боинг 747-100 (1970, 955 км/ч), Ил-86 (1980, 950 км/ч), Ту-154М (1982, 900 км/ч), А300-600R (1987, 875 км/ч), А320-100 (1987, 840 км/ч), Ил-96-300 (1993, 870 км/ч), Боинг 737-800 (1998, 850 км/ч), Боинг 777-300ER (2004, 905 км/ч), А380-800 (2007, 900 км/ч), Боинг 747-8 (2011, 917 км/ч), SSJ 100-95B (2011, 830 км/ч), А320neo (2016, 828 км/ч), Боинг737MAX7 (2017, 842 км/ч). В скобках указан год введения самолёта в эксплуатацию и его крейсерская скорость.

Сразу после появления первых реактивных двигателей крейсерская скорость самолётов резко возросла и долгое время превышала 930 км/ч. Обусловлено это может быть тем, что в то время между мировыми державами шла холодная война. Страны участвовали в гонке за научными открытиями, достижениями, покорением неба и околоземного пространства. Следовательно, основной задачей было построить такой ЛА, который бы обладал большей скоростью по сравнению с самолётами идеологического противника. В 1980-х годах изменение политического курса и окончание холодной войны отразились и на авиационной промышленности: в приоритет была поставлена не скорость ЛА, а его доступность для большей части населения. Такие современные самолёты, как SSJ 10, А320нео, Боинг 737MAX7 летают на скоростях в пределах 850 км/ч, что ведёт к уменьшению затрат на эксплуатацию и, как следствие, даёт возможность снижения стоимости перелёта для пассажиров, тем самым привлекая новых клиентов. Одной из задач современной науки на сегодняшний день является создание такого двигателя, который бы при оптимальных скоростях обеспечивал минимальный расход топлива.

Результаты исследования показали, что скорость самолётов в наше время понизилась на 13% по сравнению с более ранними моделями авиалайнеров. Проектируя самолёт, следует понимать то, что сырье для заправки ЛА является ресурсом не возобновляемым, а одним из способов снижения затрат на него является оптимизация выбора крейсерского режима полёта. Также следует отметить, что некоторые части современных самолётов сконструированы с использованием композиционных материалов, что не только придаёт лёгкость планеру, но и позволяет выполнять аэродинамические поверхности с новыми геометрическими

параметрами, что в свою очередь улучшает аэродинамические характеристики. В наше время в приоритете стоит не столько скорость передвижения, сколько безопасность полёта, его экономическая эффективность и комфортабельность и экологичность.

Список литературы:

1. Стечкин Б.С., Казанджан П.К., Алексеев Л.П., Говоров А.Н.и др. Теория реактивных двигателей. Рабочий процесс и характеристики, 1958

2. Глаголев А.Н., Гольдинов М.Я., Григоренко С.М. Конструкция самолётов, 1975

3. Авиация: Энциклопедия / Гл. ред. Г.П. Свищев. М., 1994.

Определение геометрических параметров консоли крыла самолёта

Яценко А.В.
Научный руководитель — доцент, Баранцев С.М.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
the-vegol@yandex.ru

Повышение требований к боевым характеристикам летательных аппаратов, расширение диапазона выполняемых ими задач, влечёт за собой совершенствование методик их проектирования и расширение параметров, участвующих при создании оптимизационных алгоритмов. Для обеспечения полёта самолёта на всех допустимых режимах эксплуатации крыло должно обладать при наименьшей массе конструкции достаточной прочностью и жёсткостью. В этой связи, решение задачи расчёта геометрических параметров крыла является актуальной. Данная информация используется в качестве исходных данных при определении нагрузки, действующей на крыло. Задача решалась в рамках алгоритмизации процесса курсового проектирования по дисциплине «Строительная механика летательных аппаратов» [1].

Важным этапом при решении данной задачи является определение числа параметров, которые выбираются в качестве исходных для охвата всех конфигураций используемых крыльев. На основе анализа классификатора существующих типов крыльев и разработанного алгоритма определено минимальное количество параметров, к которым относятся: T — (тип крыла), Bн — (начальная величина хорды крыла), Bкн — (конечная величина хорды самолёта крыла), α1/ α2 — (углы стреловидности крыла), L1 — (полуразмах крыла), Xi — (координата подвешенных грузов по X), n — (кол-во подвешенных грузов), u — (кол-во сечений)

Количество параметров сводилось к минимуму, для полной автоматизации расчёта. Выполняется анализ таких видов крыльев как: прямое, оживальное стреловидное, треугольное, трапециевидное, эллиптическое.

На первом этапе расчётов с учётом точек расположения сосредоточенных грузов делим крыло на определённое количество сечений (вычитаем из них кол-во груза). Сложность определения хорды на определённом участке крыла состояла в выводе алгоритма, который в зависимости от геометрических параметров крыла определяет положение хорды по сечению и её величину. Вычисленное значение ширины каждого сечения позволяет выполнить расчёт нагрузки, действующей на крыло.

Полученная информация о геометрических характеристиках используется для расчёта массива данных о нагрузках, возникающих в сечениях крыла самолёта. Произведённые с помощью такой программы расчёты в дают, необходимую для проектирования конструктивно-силового набора крыла информацию, сокращая время проектирования на 30-40%.

Секция №1.4 Математическое моделирование

Моделирование процесса посадки математической модели самолёта в среде Matlab@Simulink

Бунеев М.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Костин П.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
Buneev.misha1997@gmail.com

Одним из методов исследования характеристик самолёта является математическое моделирование. В целях исследования посадки самолёта была разработана математическая модель, позволяющая провести сравнительный анализ данных, полученных после изменений элементов конструкции самолёта (изменение количества тормозных дисков, площади и вида тормозного парашюта, давления в пневматике, усилия на прижимной диск в тормозных колёсах и др.) с параметрами реального полёта самолёта, без проведения натурного эксперимента.

Основой математической модели является Simulink-модель системы дифференциальных уравнений, описывающих динамику продольного движения самолёта, имеющего схожие массовые, аэродинамические, геометрические и инерционные характеристики с самолётом Як-130.

Продольное движение самолёта рассматривается в связанной системе координат и описывается системой из шести дифференциальных уравнений для компонентов воздушной скорости, скорости тангажа, угла тангажа, высоты и дальности полёта.

Система дифференциальных уравнений дополняется алгебраическими выражениями, обеспечивающими расчет воздушной скорости, угла атаки, вертикальной скорости в нормальной системе координат, продольной и нормальной перегрузок.

Для анализа адекватности модели была использована сигналограмма полёта самолёта Як-130, исследовалось изменение следующих параметров: угла атаки, вертикальной скорости относительно нормальной системы координат, продольной и нормальной перегрузок. После проведения сравнительного анализа можно сделать вывод о том, что разработанная модель пространственного движения самолёта является адекватной и возможно её применение для исследования режима посадки самолёта.

Результатом использования разработанной модели явились функциональные зависимости кинематических параметров движения самолёта, полученные после моделирования внесения изменений в конструкцию самолёта.

Моделирование термо-напряженного состояния фотоприёмного устройства

Бухтин Р.Н., Мельников А.В.
ПАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева», Красногорск
roma.buhtin@yandex.ru

В современных космических аппаратах активно применяются оптико-электронные приборы для прогнозирования погоды на Земле, связи в космосе, исследования ресурсов, ориентации космических аппаратов, коррекции орбиты и т.д. В состав оптико-электронных приборов входит фотоприемное устройство (ФПУ), предназначенное для преобразования оптического излучения в электрический сигнал.

Фотоприемник, сделанный из керамического материала, устанавливается на алюминиевый корпус болтовым соединением. А край фотоприемника накрывается стальной втулкой.

Ввиду большого диапазона эксплуатационных температур и использования материалов с различными коэффициентами термического расширения, требуется подробные исследования возникающих напряженно-деформированных состояний. Основную сложность проведения

подобных исследований представляют требуемые расходы и необходимость изготовления опытных образцов на каждой итерации оптимизации конструкции. С целью снижения расходов и времени на разработку фотоприемного устройства была разработана численная конечно-элементная модель в программном комплексе ANSYS. Модель позволяет определять возникающие температурные напряжения и деформации деталей.

В частности, в результате моделирования процесса охлаждения с 295 К до 80 К было установлено, что возникают напряжения приводящие к разрушению конструкции. Была проведена корректировка конструкции, которая позволила уменьшить значения возникающих напряжений. По результатам натурного эксперимента скорректированной конструкции численная модель была верифицирована.

Таким образом, модель позволила уменьшить расходы на проведение повторных испытаний и сократить сроки разработки конструкции.

Математическое моделирование безотборной системы кондиционирования воздуха современного пассажирского самолёта

Васильев Н.Г., Савельева А.Р.
Научный руководитель — Савельев Р.С.
МАИ, Москва
col.vasilie2012@yandex.ru

На сегодняшний день одним из наиболее перспективных направлений развития авиационных систем кондиционирования воздуха для перспективных пассажирских самолётов является исключение отбора воздуха от компрессоров маршевых двигателей. В данной архитектуре системы кондиционирования реализуется замена системы отбора воздуха, являющейся источником пневматической энергии для наддува, вентиляции и тепловой обработки пассажирского салона, на электроприводные центробежные воздушные компрессоры, функционирование которых не зависит от текущих режимов двигателей.

В данной работе разработана математическая модель безотборной системы кондиционирования для среднемагистрального пассажирского самолёта с двумя вариантами реализации установки охлаждения воздуха — с воздушным и компрессионно–испарительным циклами охлаждения.

Выполнен анализ моделирования работы системы кондиционирования по нескольким точкам профиля полёта самолёта: стоянка на земле, переходный режим, крейсерский полёт и имитация отказа одной подсистемы. По результатам анализа определены ключевые характеристики ступеней центробежных воздушных компрессоров с учётом ограничений на число оборотов.

Сравнив полученные результаты, можно сделать вывод, что в данном случае применение установок охлаждения воздуха с компрессионно-испарительным циклом более предпочтительно, так как потребные характеристики, определяющие установочную массу и энергопотребления центробежного компрессора при её использовании существенно ниже.

Результаты, представленные в данной работе, могут быть использованы при разработке компрессоров для перспективных электрических систем кондиционирования воздуха

Список литературы:

1. Innovation process. Model Stage-Gate Idea-to-launch. Stage-gate system Standard.

2. Бретшнайдер С. «Свойства газов и жидкостей. Инженерные методы расчета». В переводе с Польского; под ред. Романков П.Г.. — Ленинград: Химия, с. 536, (1966)

3. Каллиопин А.К., Савельев Р.С., Смагин Д.И. Основные тенденции развития систем кондиционирования воздуха перспективных летательных аппаратов. Инженерный журнал: наука и инновации, 2017, вып. 6.

4. Воронович С., Каргапольцев В., Кутахов В. Полностью электрический самолёт. Авиапанорама, 2009, № 2, с. 23–27.

Приближенное решение краевой задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений с полиномиальной правой частью

Горбунов М.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Чернова Т.А.
МАИ, Москва
alfred.hammersmit@yandex.ru

Приближенное решение краевой задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений с полиномиальной правой частью.

Предложен метод решения двухточечной краевой задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) с полиномиальной правой частью, основанный на применении рядов Тейлора для приближения искомых функций решения.

Правые части систем ОДУ являются многомерными многочленами. Применение рядов Тейлора для приближения неизвестных функций решения позволяет строить приближенные аналитические решения краевой задачи в виде функций времени и краевых условий. Такой подход позволяет строить приближенные решения ОДУ в символьном виде с любой степенью точности.

Так как правые части системы ОДУ полиномиальные функции, гладкие, непрерывные, ограниченные в заданной области, удовлетворяют условиям Липшица, то для решения краевой задачи применим метод «стрельбы», предполагающий многократное применение решений вспомогательных задач Коши. На первом тапе решается задача Коши для заданной неоднородной системы ОДУ удовлетворяющая условиям на одной из границ (пусть на левой границе). На втором этапе решается задача Коши для заданной системы ОДУ, но при нулевых значениях искомых функций на выбранной границе. На третьем этапе формируется линейная комбинация функций решения задачи Коши для ненулевых начальных условий, для нулевых начальных условий и из заданных условий на другой границе вычисляются её коэффициенты. Для вычисления значений многомерных многочленов высоких степеней в работе использована декомпозиционная реализация схемы Горнера, особенно эффективная при проведении вычислений в распределенной компьютерной среде при использовании алгоритмов параллельных вычислений.

Предложенный метод решения краевой задачи эффективен при решении задач оптимального управления, режимов устойчивости различных систем.

Список литературы:

1. Афанасьев А.П., Круглов В.И., Лисов А.А., Чернова Т.А. Методологические предпосылки к упреждению и предотвращению отказов сложных технических объектов в эксплуатации. «Стандарты и качество" №9, 1997 г.- с. 28-31.

2. Афанасьев А.П., Тарасов А.С. Квазианалитическое решение систем дифференциальных уравнений с полиномиальными правыми частями // Сб. трудов ИСА РАН «Пробл. вычисл. в распределенной среде: распределенные приложения, коммуникационные системы, матем. модели и оптимизация». М.: КомКнига, 2006. Т. 25. С. 165–183.

3. Афанасьев А.П., Дзюба С.М., Кириченко М.А., Рубанов Н.А. Приближенное аналитическое решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений с полиномиальной правой частью // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 2013. Т. 53. № 2. С. 321–328.

Обтекание тупого внешнего угла плоским сверхзвуковым потоком газа

Данилов А.Е., Вулпе М.Н., Морозов В.В.
Научный руководитель — Никифоров С.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
danilovstud@mail.ru

Движения газа, двигающегося с дозвуковой скоростью, существенно отличается от сверхзвукового движения. Изменения обусловлены отношением между скоростью газа и распространением слабых возмущений среды. Слабые возмущения- это изменение давления,

скорости, плотности не приводящие к изменению энтропии. Это возможно, когда мгновенное изменение параметра по отношению к нему много меньше единицы.

Движение газа условно разделяется на несколько этапов. На первом этапе газ имеет нулевую скорость. Возмущения распространяются относительно газа со скоростью звука “c”. Фронт волны — сферический.

При движении газа со скоростью “u”, фронт волны занимает всю плоскость, но смещается со скоростью “u” по направлению набегающего потока. Фронт волны изменяет геометрию.

При движении газа со звуковой скоростью, фронт волны занимает правую полуплоскость. Это обусловлено сжиманием фронта характеристик в линию.

При распространении со сверхзвуковой скоростью, центр волны движется быстрее, чем слабые возмущения. Геометрия фронта принимает форму конуса.

Если скорость набегающего потока является сверхзвуковой, то слабые возмущения среды ограничены конусом характеристик, конусом Маха. [1] Синус угла Маха равен единице на число Маха. Эти значения подтверждаются числовым расчетом на модели. В пучке характеристик скорость изменяется пропорционально разрежению температуры и давления по уравнению Бернулли для жидкости и газа. Полюсом разрежения является момент поворота. Такое поведение возмущений — простая центрированная волна разрежения. Простая — т.к. прямолинейны её характеристики, центрированная — т.к. имеет полюс.

При изменении геометрии диффузора корреляция заметна на очень малых значениях угла поворота. При повышении угла поворота до 25 градусов, возникает отрыв пограничного слоя и турбулентные течения, что подтверждается при расчете модели. [1]

Для моделирования взяты следующие численные значения: гамма 1,4, Число Маха — 2,5, начальная скорость 580 м/с. Геометрия диффузора — это прямоугольная конструкция с диффузором нижней стенки на 15 градусов. Для численного моделирования использовался пакет программ ANSYS Fluent со студенческой лицензией. Для расчетов использовалась сетка с динамической адаптацией. При рассмотрении сетки видно, что шаг сетки уменьшается у левой границы, постепенно увеличиваясь при движении к правой. Также сетка сконцентрирована из полюса до правой границы, с выраженной осью пучка.

Особенностью модели является волны детонации, пульсирующие над пучком характеристик. [2] Они пульсируют с частотой порядка 1-2 МГц, и циклично повторяются на протяжении расчетного времени.

Расчет не указывает на какие-то существенные отклонения модели от теоретического поведения. При изменении геометрии на более плавное изменение угла, центр «растягивается» в плоскости, волна теряет ярко выраженный полюс [1]. Для устранения отрывных течений, необходимо обращать внимания на геометрию крыла или диффузора.

Список литературы:

1. Чефанов, В.М. Основы технической механики жидкости и газа: учебное пособие / В.М. Чефанов. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 452 с. — ISBN 978-5-8114-3975-1.

2. Буковшин В.Г, Таганов, Г. И К вопросу о внешнем подводе тепла в волне детонации // учебные записки ЦАГИ. — №5.

Математическое моделирование процессов теплопередачи в тормозных механизмах шасси самолёта при посадке

Дерен Е.А., Тихонова А.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Волхонский А.Е.
МАИ, Москва
eaderen@gmail.com

В конструкции колес шасси современных самолётов для уменьшения длины пробега при посадке применяются дисковые тормоза, которые воспринимают до 95% кинетической энергии. Вращающиеся и невращающиеся диски таких тормозов для повышения энергоемкости необходимо изготавливать из материалов с повышенными фрикционными свойствами. Температура на поверхности фрикционных элементов при интенсивном

торможении может превышать 1000° С, что накладывает ограничения на эксплуатационные режимы самолёта. Поэтому конструирование и выбор материалов дисков — ответственная задача, т.к. они должны обеспечивать отвод тепла от поверхностей трения, который бы при длительном торможении не приводил к перегреву всей конструкции.

Была разработана модель, в которой рассматриваются процессы теплопередачи во фрикционных элементах на втором этапе посадки самолёта, и проводилось сравнение трех типов конструкции тормозов: камерных, дисково-колодочных и дисковых.

Работа выполнялась в универсальной среде численного моделирования COMSOL Multiphysics, предназначенной для моделирования и расчетов научных и инженерных задач, основанных на дифференциальных уравнениях в частных производных (PDE) методом конечных элементов (FEM). Коэффициенты PDE задаются в виде физических свойств и условий, а их преобразование в коэффициенты математических уравнений происходит автоматически. Также данная программа поддерживает загрузку уже созданной геометрии конструкции из всех распространённых программ, таких как SIEMENS NX, CATIA, SolidWorks, AutoCAD, Компас 3D.

Уравнение теплопередачи на границе раздела двух твердых тел выведено из уравнения теплового баланса в локализированной форме для пространственного фрейма. Оно говорит, что изменения внутренней энергии во времени уравновешиваются конвекцией внутренней энергии, теплопроводностью, излучением, диссипацией механических напряжений и дополнительными объемными источниками тепла. При этом в записи для твердого тела правая часть является термоупругим демпфированием и учитывает термоупругие эффекты в твердых телах.

Также учитывается теплообмен с окружающей средой за счет вынужденной конвекции, возникающий из-за обдува тормозов воздухом (принудительная вентиляция) со скоростью в первом приближении равной скорости движения самолёта. Уравнение теплового потока через границу записано в виде: -n*q=h(Tair-T), где h — коэффициент теплопередачи по усредненной корреляции, зависящий от чисел Рейнольдса и Прандтля.

В зоне теплового контакта используется корреляция для оценки совместной проводимости на двух контактирующих поверхностях. Тепловые потоки на верхней и нижней границе зависят от перепада температур и совместной проводимости, которая складывается из проводимости сужения контактных пятен, проводимости зазора, обусловленная наличием внешней среды (воздуха) в интерстициальном пространстве и радиальной проводимости, т.к. на микроскопическом уровне контакт осуществляется с конечным числом точек.

Проводимость сужения подсчитывается согласно корреляции Купер–Микич–Йовановича, которая справедлива для изотропных шероховатых поверхностей и была сформулирована с использованием модели, предполагающей пластическое деформирование поверхностных шероховатостей. Такая контактная модель не имеет памяти, т.е. если нагрузка приложена дважды, то термический контакт идентичен в обоих случаях.

Проводимость зазора необходимо учитывать в том случае если среда в интерстициальном пространстве имеет высокую температурную проводимость или есть большое давление контакта. Радиальная проводимость учитывается при высоких температурах свыше 600 °С, и рассчитывается по формуле серо-диффузной параллельной пластинчатой модели.

Теплота трения Qb, разделена на rQb и (1-r)Qb на границе контакта. Если оба тела идентичны, то r и (1-r) раны 0,5, так что половина тепла трения равномерно распределяется между двумя поверхностями. В общем случае, когда оба тела изготовлены из различных материалов, коэффициент разбиения может не быть равным 0,5. Величина r определяется из отношения Шаррона.

По результатам расчетов проведена оценка различных параметров, влияющих на систему и позволяющих подобрать их наиболее рациональные значения.

Например, увеличение количества фрикционных дисков приводит к уменьшению максимальной температуры нагрева tmax тормоза. Для нашей модели увеличение их числа с 2 до 3 снизило tmax на 31,8%, с 2 до 7 на 68,4%, с 6 до 7 на 12,7%. Каждый последующий

добавленный диск все меньше снижает tmax, но увеличивает габариты и вес шасси, поэтому важно найти компромисс между этими величинами.

Список литературы:

1. Анфиногенов С.Б., Балакин В.А. Тепловой расчет тормозов самолёта// Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого, 2004.

2. Cooper M., Mikic B., Yovanovich M. «Thermal contact conductance», International Journal of heat and mass transfer, vol. 12, pp. 279–300, 1969.

3. Maugin G.A. The Thermomechanics of Nonlinear Irreversible Behaviors: An Introduction, World Scientific, 1999.

Создание модели динамики продольного движения самолёта в программно-моделирующем комплексе Matlab@Simulink

Журавский К.А., Филатов В.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Костин П.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
05061993ghka@mail.ru

Одной из приоритетных задач изучения движения самолёта в пространстве является определение и уточнение характеристик устойчивости и управляемости (пилотажных характеристик) самолёта на протяжении долгого периода его жизненного цикла, от летных испытаний до непосредственной эксплуатации.

Одним из способов изучения характеристик самолёта является полунатурное моделирование, в основе которого лежит математическая модель динамики движения самолёта. Рассмотрим создание простейшей модели в программно-моделирующем комплексе Matlab@Simulink.

Начинается сборка модели с формирования начальных условий: координат положения самолёта в пространстве, линейных и угловых скоростей полёта, углов Эйлера. Здесь же должны быть заданы геометрические характеристики рассматриваемого типа самолёта. На следующем этапе необходимо рассчитать аэродинамические силы и моменты, применяя для определения соответствующих аэродинамических коэффициентов банк аэродинамических характеристик, исследуемого самолёта. Так как модель простая, можно использовать только основные составляющие этих коэффициентов (зависимости от угла атаки и числа Маха). Далее формируются блоки для перевода аэродинамических сил из скоростной системы координат в связанную, чтобы рассчитать проекции результирующей силы на оси связанной системы координат. Управляющие воздействия можно задать с помощью простейшего аналогового джойстика, использовав стандартный элемент из библиотеки Simulink — «Joystick Input». После этого формируется блок системы управления, сложность которого зависит от целевой задачи пилотирования, которую необходимо исследовать. Для расчета параметров стандартной атмосферы — скоростного напора и числа Маха, формируется специальный блок, на вход которого подаются воздушная скорость и высота полёта. Самым главным элементом является блок расчета дифференциальных уравнений движения самолёта в связанной системе координат. Для наглядности созданной модели, используются блоки визуализации движения. Тягу двигателей можно задать, как вручную — используя элементы джойстика, так и сформировав блок автомата тяги, для поддержания постоянной воздушной скорости, если этого требует исследуемая задача.

Полученные результаты моделирования можно записать во внешний файл и в рабочую область Workspace, для последующей обработки.

Создание электронной модели электрогидравлического привода в программно-моделирующем комплексе Matlab@Simulink

Коломийцев Н.А.
Научный руководитель — Федоркевич И.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
Ivanfed.78@mail.ru

Рулевые приводы в системах управления летательными аппаратами представляют собой устройства, обеспечивающие отклонение аэродинамических поверхностей по сигналам от лётчика или автоматических систем. Рулевые приводы обеспечивают создание достаточных усилий для преодоления шарнирных моментов, возникающих в результате взаимодействия отклоняемых рулевых поверхностей с набегающим потоком воздуха.

В работе представлена Simulink-модель электрогидравлического привода самолёта Су-27.

Сборка модели начинается с разработки принципиальной схемы и выбора функциональных элементов электрогидравлического привода из библиотеки SimHydraulics пакета Simulink среды MATLAB. Для работы моделируемого агрегата, необходимо разработать гидравлическую систему, выполняющую функцию нагнетания давления жидкости в привод. Она состоит из следующих элементов: гидравлический бак, насос нагнетания, гидроаккумулятор, предохранительный клапан, а также элемент, задающий свойства жидкости. Следующим этапом является непосредственно моделирование электрогидравлического привода, в состав которого входят такие элементы как: фильтры, клапаны кольцевания, неуправляемые дроссели, сопло-заслонка маятникового типа, золотник, двухкамерный гидроцилиндр, возвратная пружина, а также элементы управления и обратной связи. После этого устанавливаются датчики замера давления в разных частях и формируются подсистемы, подающие сигнал на перемещение золотника и срабатывания клапана кольцевания. Управляющее воздействие можно задать с помощью простейшего аналогового джойстика, использовав стандартный элемент из библиотек Simulink — «Joystick Input». После этого формируются блоки, предназначенные для преобразования сигнала, исходящего от перемещения ручки управления, в усилия, создаваемые на штоке силового привода, за счет перемещения золотника и распределения давления в рабочей полости гидроцилиндра.

В дальнейшем планируется интегрировать полученную модель электрогидравлического привода в систему управления реального летательного аппарата.

Исследование сертификационного показателя ИКАО по эмиссии CO2 применительно к семейству магистральных самолётов

Кольвахов С.А.
Научный руководитель — Мирзоян А.А.
ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», Москва
kalve911@icloud.com

Комитетом по охране окружающей среды от воздействия авиации был разработан стандарт по эмиссии CO_2 самолётов, на основе которого выдвигаются сертификационные экологические требования к производимой и выпускаемой продукции. Исходя из данных требований, определение оценочного показателя эмиссии CO_2 самолёта является необходимым для оценки конкурентоспособности производимой и разрабатываемой техники и возможности её эксплуатации на международных линиях.

Оценка показателя эмиссии углекислого газа проводится при оптимальных условиях. Под оптимальными условиями понимается сочетание высоты и скорости полёта в пределах указанного в руководстве по летной эксплуатации утвержденного диапазона эксплуатационных режимов, которое обеспечивает наивысшее значение удельной дальности полёта при каждой исходной массе самолёта. Под удельной дальностью понимается

расстояние, преодолеваемое самолётом в крейсерском полёте, на единицу массы расходуемого топлива.

Необходимость исследования семейства самолётов обусловлена тем, что наличие запаса эмиссии базового самолёта по отношению к нормам не гарантирует его обеспечение для других самолётов из семейства.

Значение удельной дальности полёта устанавливается по каждому из следующих трех значений исходной массы самолёта при проведении испытаний в соответствии с настоящими стандартами:

1) повышенное значение массы самолёта в крейсерском полёте;

2) среднее значение массы самолёта в крейсерском полёте: среднее между повышенным и пониженным значениями массы самолёта в крейсерском полёте;

3) пониженное значение массы самолёта в крейсерском полёте:

В данной работе для оценки метрики эмиссии CO_2 используются высотно-скоростные аэродинамические характеристики самолёта и высотно-скоростные и дроссельные характеристики двигателя.

Полученные результаты показывают, что эмиссия не является только двигательным параметром, а также зависит и от характеристик самого самолёта: массовых и геометрических, поэтому для увеличения этого запаса необходимо корректировать как параметры двигателей, так и самих самолётов в пользу увеличения удельной дальности полёта.

Математическое моделирование движения воздушной цели для анализа возможности маневрирования при перехвате

Кудинова А.В.
Научный руководитель — доцент, Скавинская Д.В.
МАИ, Москва
kudinovaan@mail.ru

В работе рассматривается задача математического моделирования движения воздушной цели. Тема моделирования боевых операций является актуальной и широко применимой на практике. Движение маневрирующей воздушной цели описывается системой дифференциальных уравнений. Анализ и выбор наиболее подходящих методов интегрирования систем дифференциальных уравнений, которые дают приемлемую точность, помогают приблизить результаты математического моделирования к реальным действиям.

Основной задачей работы является моделирование движения воздушной цели, в том числе пространственных маневров, для исследования возможности перехвата: односторонний горизонтальный маневр, горизонтальная змейка, пространственная бочка. Выполнение работы состоит из нескольких этапов. Первый — построение модели движения воздушной цели, второй — реализация программы, третий — выбор наиболее подходящего численного метода интегрирования уравнения движения воздушной цели в результате анализа.

Для решения системы дифференциальных уравнений были выбраны численные методы, принадлежащие двум разным классам — одношаговые и многошаговые: метод Эйлера, метод Эйлера-Коши, метод Рунге-Кутты 4-го порядка, метод Адамса, метод Адамса-Башфорда, метод Милна, методы Эйлера и Милна с итерациями.

Для исследования точности моделирования был проведен анализ движения воздушной цели при различных начальных условиях. Выбранные численные методы сравнивались с методом Эйлера. Вычислялись их отклонение траектории, полученной численным методом, от траектории, полученной методом Эйлера, отклонение точности и вычислительные затраты. По приведенным параметрам выбирался наиболее подходящий численный метод. Под вычислительными затратами метода понимается количество итераций на заданном промежутке времени, т. е. количество вычислений левой части системы дифференциальных уравнений, описывающих движение цели. Для наглядного анализа результатов были построены графики траекторий движения ЛА, графики анализа точности методов интегрирования для выбранных маневров, графики анализа вычислительных затрат

численных методов для выбранных маневров, а также таблицы сравнения точности и вычислительных затрат численных методов для выбранных манёвров. При сравнении всех методов наглядно видна зависимость точности от времени движения воздушной цели. При сравнении всех методов видно большое отклонение точности метода Адамса и метода Милна.

Основным результатом работы является разработка модели движения летательного аппарата (ЛА) — воздушной цели. В среде разработки Microsoft Visual Studio на языке программирования C# создана программа с 3D–визуализацией, моделирующая движение цели различными численными методами с поочередным выполнением заданных маневров. Проведен анализ движения цели в зависимости от начальных условий и типа маневра, а также анализ точности и вычислительных ресурсов, используемых для моделирования движения воздушной цели с помощью численного интегрирования.

Способ сокращения длины пробега самолёта

Минлибаев Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Костин П.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
mollok9@gmail.com

Уменьшение длины пробега при посадке самолёта является одной из важных задач при создании и эксплуатации авиационной техники. её решают конструкторы и по настоящее время. На данный момент используются множество устройств, которые обеспечивают торможение самолёта, такие как тормоза колес, аэрофинишеры, механизация крыла, реверс тяги двигателя и тормозные парашюты. Каждые средства по-своему эффективны и часто применяются в совокупности для обеспечения максимального замедления движущегося по взлётно-посадочной полосе (ВПП) самолёта. При посадке боевых самолётов неблагоприятное воздействие на длину пробега могут оказывать не только нахождение воды и обледенение ВПП, но и повреждение конструкции, тормозов колес, наличие грязи при посадке на полевой аэродром. Все это увеличивает длину пробега и может повлечь за собой возникновение авиационного происшествия. В случае, когда зона выполнения задачи смещается от основного аэродрома на значительное расстояние необходимо, либо заправлять самолёт большим количеством топлива, не исключая использования подвесных топливных баков, а это в свою очередь приводит к уменьшению удельной грузоподъемности, которая определяется отношением веса полезной нагрузки к взлётному весу, либо производить взлет и посадку с промежуточных аэродромов, которые близко расположены к зоне выполнения задачи, это существенно уменьшит количество используемого топлива и позволит увеличить полезную нагрузку. Возможны ситуации, когда промежуточный аэродром будет являться полевым аэродромом. Качество полевых ВПП значительно уступает бетонным, а коэффициент сцепления в разы меньше из-за наличия грязи. Это приводить к значительному увеличению длины пробега. Для улучшения посадочных характеристик и повышения безопасность полётов предлагается использование подвесной парашютной системы, состоящей из 2 тормозных парашютов, крепящихся к специальным пилонам. Оценить эффективность применения данной системы можно с помощью имитационного моделирования в Matlab@Simulink. При использовании данного метода возможно получение наглядных результатов требуемых параметров при различных моделируемых условиях посадки. По результатам моделирования и обработки полученных данных должен быть выполнен подбор оптимальных геометрических параметров купола, обеспечивающего максимальную эффективность подвесной тормозной системы, с выводом о возможности её применения.

Электронная Simulink-модель гидромеханического привода

Николаев Е.И.
Научный руководитель — Федоркевич И.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
yevgeniy_nikolayev_96@inbox.ru

Машиностроительная гидравлика является современной отраслью машиностроения. Но до настоящего времени процесс проектирования гидравлических элементов на 99% опирается на эксперимент, в большей степени это так и остается и сегодня. Но в век информационных технологий появляется возможность повышения качества проектирования при одновременном сокращении затрат и сроков на разработку элементов гидравлических систем.

В работе представлена Simulink-модель гидромеханического привода самолёта Ту-22М3.

Начинается сборка модели с разработки принципиальной схемы и выбора функциональных элементов гидромеханического привода из библиотеки SimHydraulics пакета Simulink среды MATLAB. Для обеспечения работы привода необходимо разработать контур питания гидравлической системы. В состав контура питания входят стандартные элементы библиотеки Simulink, такие как: гидравлический бак (в соответствующих строках задаются его параметры), источник энергии — нагнетающий насос, гидроаккумулятор, предохранительный клапан, а также элемент, задающий свойства жидкости. После этого начинается непосредственно разработка модели самого гидромеханического привода. В состав модели привода входят также стандартные элементы библиотеки Simulink, такие как: фильтры, клапаны предохранительные, плоский золотник, двухкамерный гидроцилиндр, а также рычажный механизм управления и элементы, характеризующие обратную связь. В модели привода устанавливаются датчики замера давления и расхода жидкости, формируются подсистемы, преобразующие сигналы, поступающие из контура питания, в сигналы на перемещение предохранительных клапанов. Управляющее воздействие задается с помощью простейшего аналогового джойстика. Используя ряд настроечных блоков, сигналы, поступающие от перемещения ручки управления, преобразуются в сигналы, проходящие через контур питания гидравлической системы. После этого сигнал из контура питания поступает на золотник. Золотник, перемещаясь, открывает соответствующие каналы подвода гидрожидкости в соответствующие камеры силового цилиндра.

Следующим этапом является интеграции модели привода в модель системы управления летательным аппаратом.

Применение метода конечных разностей для решения краевых задач на произвольных неструктурированных сетках

Разумова Д.А., Орлова М.С., Васильев И.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цивильский И.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
razumova_dasha_49@mail.ru

Для прогнозирования развития физических процессов производят их моделирование, что позволяет определить искомое значение величины в некоторой точке поверхности или пространства в определенный промежуток времени. Одним из основных таких физических процессов является теплоперенос. Данный процесс является одним из ключевых при проектировании сложных конструкций, испытывающих перепад температур, в том числе при проектировании авиационной и ракетно-космической техники.

Моделирование теплопереноса может производиться двумя основными численными методами: методом конечных разностей (МКР) и методом конечных элементов (МКЭ). Метод конечных разностей базируется непосредственно на дифференциальном уравнении и граничных условиях и применяется в основном для прямоугольных областей, а метод конечных элементов базируется на эквивалентной вариационной постановке задачи и

применяется для областей произвольной формы. МКР является наиболее удобным и простым методом для программной реализации, в том числе, и за счет отсутствия необходимости приведения дифференциального уравнения (ДУ) к слабой вариационной системе, т.е. ДУ можно использовать без предварительных преобразований. Для повышения производительности расчетов на геометрии с большим числом непрямых углов применяется МКР на деформируемой сетке. При этом возможна программная реализация различных способов соединения узлов сетки (связей): только диагональные, только прямые, комбинация прямых и диагональных связей.

Для моделирования теплопереноса на деформируемой сетке задаются начальные значения в узлах сетки, затем для каждой связи решается одномерное нестационарное уравнение теплопроводности. Для сравнительного анализа точности решения и быстроты его реализации одновременно с этим решается двумерное нестационарное уравнение теплопроводности.

Таким образом, использование МКР на деформируемой сетке позволяет моделировать поверхности произвольных форм более простым и удобным способом, чем МКЭ.

Численное моделирование течения в коротких турбинных решётках

Ремизов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Вятков В.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
vanya140993@mail.ru

Методология проектирования турбин использует методы вычислительной газовой динамики. Как правило, численные модели рабочего процесса турбин, используемые в процессе их газодинамической доводки и оптимизации, базируются на предположении о квазистационарности рабочего процесса турбины и изотропности турбулентности. Это позволяет выполнять расчёт в стационарной постановке с использованием RANS подхода и полуэмпирических моделей турбулентности. Стационарные расчеты в настоящее время широко применяются как в конструкторских бюро, занимающихся проектированием газовых турбин, так и в научных исследованиях. Нестационарные расчеты находятся на стадии разработки физико-математических моделей и говорить об их практическом применении в настоящий момент не приходится. Однако стационарный расчет не всегда позволяет очень точно оценить характеристики лопаточных венцов турбины. Особенно это касается лопаточных венцов малой размерности, которые характерны для турбин высокого давления современных ГТД.

С целью проверки влияния описанных выше упрощений на результаты моделирования было проведено численное исследование сопловой решетки с профилями, характерными для современных высокотемпературных газовых турбин. Объектом исследования являлась плоская сопловая решетка, для которой известны результаты продувок. В расчете модель решетки полностью соответствовала натурному образцу экспериментального стенда. Условия продувки моделировались полностью от вентилятора до рабочей части решетки с отсечными пластинами. Расчеты проводились в ПК ANSYS CFX 19.2 с использованием модели турбулентности SST. При этом варьировалась высота рабочей области решетки. Исследовались варианты с отсутствием смыкания вихрей в межлопаточном канале, условия начала смыкания и полностью реализованное взаимодействие вихрей. Результаты расчета во всех случаях показали качественное совпадение по картине течения и по изменению интегральных параметров при уменьшении высоты рабочей части решетки. Расчет правильно моделирует положение осей вторичных вихрей в канале, изменение эпюры потерь по высоте в зависимости от размерности решетки. Полученная при моделировании высота рабочей части при которой начинается взаимодействие вихрей соответствует эксперименту. Расчет дает некоторые погрешности при определении потерь кинетической энергии.

Расчет недостаточно точно отражает рост канального вихря при его передвижении по межлопаточному каналу из-за взаимодействия с пограничным слоем (уменьшает) и не

отражает эффект переноса вихрем неактивных масс потока в средину межлопаточного канала. В целом RANS подход к моделированию позволяет получить приемлемые результаты для анализа рабочего процесса турбины, но эффект взаимодействия вторичного вихря с пограничными слоями на торцевой стенке и на спинке лопатки нуждается в дополнительном изучении при разработке новых физико-математических моделей в межлопаточном канале турбомашин.

О применении методов декомпозиции и экспоненциального сглаживания для прогнозирования динамики рисков в задаче обеспечения безопасности полётов

Селиванов И.А.
ГосНИИ ГА, Москва
Shertors@gmail.com

Одной из наиболее актуальных на данный момент задач в авиационной деятельности является повышение уровня безопасности полётов. Современные математические методы позволяют исследовать временные ряды данных, выделяя их свойства, закономерности и другую полезную информацию, а также строить модели прогнозирования, обеспечивающие достоверное предсказание будущих значений процессов. Прогнозирование динамики рисков, представляющей собой временной ряд, содержащий оценки рисковых событий на основании риск-ориентированного подхода, позволит выявлять угрозы безопасности и обеспечивать принятие обоснованных управленческих решений, необходимых для снижения рисков. В связи с этим становится актуальной задача исследования методов прогнозирования временных рядов и применения их для построения моделей прогнозирования динамики рисков.

В частности, были рассмотрены методы декомпозиции временных рядов, позволяющие разбивать временной ряд на различные компоненты, представляющие собой основные типы закономерностей: тренд, сезонность и цикличность. Были описаны такие типы декомпозиции. как классическая, аддитивная и мультипликативная, рассмотрен алгоритм аддитивной декомпозиции. Кроме того, был рассмотрен метод скользящего среднего, а также взвешенное скользящее среднее. В качестве метода декомпозиции был выбран метод STL. Для прогнозирования сезонной компоненты применяется сезонный наивный метод. Прогнозирование динамики рисков при помощи декомпозиции STL и метода случайного блуждания показало, что средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) при данном прогнозировании составила 4.6%.

В дальнейшем были рассмотрены методы экспоненциального сглаживания. К исходному ряду было применено преобразование Бокса-Кокса, позволяющее в будущем сузить доверительные интервалы прогноза, и выполнена декомпозиция методом STL для отделения сезонной составляющей. К полученному ряду без сезонной составляющей была подобрана модель прогнозирования на основании информационного критерия Акаике, скорректированного критерия Акаике и байесовского информационного критерия. Прогнозирование тестовой динамики рисков при помощи декомпозиции методом STL и модели ETS (M, A, N) показало, что средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) при данном прогнозировании составляет 3,54%.

В настоящее время ведётся исследование более сложных методов прогнозирования и построение моделей прогноза на их основе.

Список литературы:

1. Селиванов И.А., Никитин А.В., Демин Д.С., Камзолов С.К. Применение методов декомпозиции временных рядов при прогнозировании динамики рисков при обеспечении безопасности полётов // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2019. №27. С. 86-96.

2. Селиванов И.А., Никитин А.В., Ковтушенко Д.В., Демин Д.С., Кулешов А.А. Применение методов экспоненциального сглаживания при прогнозировании динамики рисков при обеспечении безопасности полётов // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2019. №29. С. 124 — 134

Построение адаптивной модели прогнозирования объемов авиаперевозок грузов экспресс-доставки

Сурайкина Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Кропивенцева С.А.
Самарский университет, Самара
elenasur28@mail.ru

В практике прогнозирования самой распространенной адаптивной моделью является модель Брауна. В зависимости от количества слагаемых, удерживаемых в модели, различают модели Брауна нулевого порядка, первого и второго порядка. Порядок выбранной модели определяется по характеру поведения во времени уровней исходного ряда [1].

Пользуясь статистическими данными по объемам перевезенных экспресс-грузов воздушным транспортом [2] была построена линейная аддитивная модель для определения прогнозных значений.

Для формирования адаптивной модели далее определялась управляющая компонента. Линейную зависимость отражает модель Брауна первого порядка. Процедура построения линейных адаптивных моделей состоит из четырех этапов:

1. Расчет начальных коэффициентов по первым значениям временного ряда;
2. Вычисление расчетного значение Y(t,1);
3. Расчет ошибки для момента времени t=1;
4. Корректировка коэффициентов с учетом полученной ошибки.

Так как любая модель дает приближенное представление о реальном объекте или системе, то построенную модель необходимо проверить на адекватность. Рассматриваемая модель оценивалась по четырем критериям адекватности и точности: случайность, независимость, соответствие остатков нормальному закону распределения, также была произведена оценка точности модели.

1. Оценка адекватности построенной модели на основе критерия поворотных точек ($\overline{P}$). Свойство случайностей выполняется, если $\overline{P}>P$. Для рассматриваемого временного ряда $\overline{P}=33>P=32$. Следовательно, свойство случайности выполняется, модель по этому критерию адекватна.

2. Проверка независимости (отсутствия автокорреляции). Наличие или отсутствие автокорреляции может быть выявлено при помощи d-критерия Дарбина-Уотсона. Автокорреляция отсутствует, если выполняются следующие неравенства:

$d1<d$ и $d2<d<4-d2$

Так как $1,55<1,65$ и $1,62<1,65<4-1,65$, следовательно, автокорреляция отсутствует.

3. Проверка соответствия ряда остатков нормальному закону распределения на основе R/S критерия. Расчетное значение R/S-критерия, в результате сравнения с табличными значениями (нижней и верхней границами данного отношения), попадает в заданный интервал, следовательно, гипотеза о нормальном распределении верна [3].

4. Оценка точности модели осуществляется по формуле:

Модель считается достаточно точной, если средняя относительная по модулю ошибка не более 5% и модель считается удовлетворительной при ошибке не более 15%. В связи с тем, что $5\%<8,24\%<15\%$, то модель считается удовлетворительной.

Так как рассматриваемая модель является адекватной по всем параметрам, то возможно осуществление расчета прогнозных значений экспресс-перевозок. Предложенная модель может быть использована для определения прогнозных значений экспресс-перевозок России на ближайшие несколько лет. Подобные расчеты проводятся с целью оценки провозных мощностей парка воздушных судов и адаптации авиаперевозчиков к быстро изменяющимся условиям и росту перевозок.

Список литературы:

1. Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем: учебное пособие — М.: Дело, 2003. — С. 77–89.

2. Объемы перевозок через аэропорты России // FAVT.RU. — URL: https://www.favt.ru/dejatelnost-ajeroporty-i-ajerodromy-osnovnie-proizvodstvennie-pokazateli-aeroportov-obyom-perevoz (дата обращения 10.01.2020).

3. Горлач Б.А., Шахов В.Г. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: учебное пособие. — 2-е изд., стер. — СПб. — Издательство «Лань», 2018. — С. 263.

Постановка задачи анализа методов машинного обучения для нахождения оттока клиентов

Тимофеева А.А.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Сологуб Г.Б.
МАИ, Москва
alena195101@yandex.ru

Во всех сферах бизнеса, которые взаимодействуют с клиентами и предоставляют им те или иные услуги, будь то банки, телевидение, различные аудио- видео- хостинги, возникает потребность в контроле клиентского потока. Так как клиентская база — это основной источник дохода, важно понимать какая доля всех пользователей может перестать пользоваться предоставленными услугами и прекратить какие-либо взаимодействия с компанией. Это и является основной задачей данного проекта — спрогнозировать прекращение подписки пользователей на стриминговый сервис.

KKBOX — это сервис, предоставляющий возможность слушать музыку по подписке. Так как основная прибыль для компании — это пользователи, для них очень важно знать, кода человек может перестать пользоваться приложением и отменит подписку. Ведь зная время, когда может уйти пользователь или причину его ухода, можно поменять что-то в продуктах или услугах с целью их улучшения или предпринять какие-то действия по удержанию клиента. К решению поставленной задачи можно подходить с разных сторон, в зависимости от выбранной цели. Так, можно оценивать отток клиентов, рассчитывая долю ушедших пользователей за месяц. Для этого в начале надо определить ушел ли клиент на заданном промежутке времени — это задача бинарной классификации. Потом найденные «ушедшие» клиенты используются для нахождения доли оттока пользователей. Задачу определения ухода пользователя на заданном промежутке времени можно решать разными способами. Как стандартными методами машинного обучения, используя различные классификаторы, так и с помощью методов глубокого обучения с помощью нейронных сетей. Также имея информацию о пользователях, можно выявить тенденции клиентов в течении года, для выявления сезонности прихода и ухода пользователей. Основная проблема, которую необходимо решить, состоит в модели подписки на сервис. Поскольку большая часть подписки Kkbox составляет 30 дней, многие пользователи повторно подписываются каждый месяц. По исходным данным можно понять, как активно пользователи отменяют свою подписку. Также просто отмена подписки не означает, что пользователь ушел. Он может отменить подписку на услугу в связи с изменением планов обслуживания или по другим причинам. Критерием "оттока" является отсутствие новой действительной подписки на услугу в течение 30 дней после истечения срока действия текущего членства. Все это надо учитывать для построения прогнозов и обучения будущей модели.

Таким образом к решению поставленной задачи был применен комплексный подход. Был проведен анализ исходных данных и разработаны дополнительные признаки для обучения моделей, а также применены различные методы машинного обучения для прогнозирования на временных рядах и проведен анализ этих методов для выявления лучшего. Был разработан скрипт на языке Python, который будет помогать решать задачи по контролю оттока клиентов.

Динамическая модель системы регулирования расхода в авиационных системах кондиционирования воздуха

Чуряева С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Волков А.А.
МАИ, Москва
notchexov@gmail.com

Современные системы кондиционирования воздуха имеют сложную архитектуру управления и контроля, реализованную при помощи цифровых вычислительных средств. Система регулирования расхода обеспечивает подачу свежего воздуха в гермокабину в соответствии с программой регулирования. Динамические характеристики системы влияют на режим работы агрегатов и устойчивость всей системы кондиционирования воздуха, а также безопасность эксплуатации.

Предлагается способ математического моделирования динамических процессов в системах со сжимаемым рабочим телом, реализованный в среде MATLAB Simulink.

В качестве исполнительного элемента системы регулирования расхода была выбрана дроссельная заслонка с пневмодвигателем, управляемая электромеханическим преобразователем. Структура сети для расчетной схемы, составленная на основе типовой системы кондиционирования воздуха регионального ЛА, состоит из источника наддува, система регулирования расхода, установки охлаждения и подключенной параллельно ей горячей линии.

Созданная модель имитирует расходные характеристики агрегатов, установленных после системы регулирования расхода, с учетом их соединения и сжимаемости рабочего тела при помощи введения объема в расчетную схему. Также учтены конструктивные и гидродинамические параметры пневмодвигателя, электромеханического преобразователя, критическое и надкритическое течение воздуха на дросселирующих элементах.

Контроллер для управления электромеханическим преобразователем состоит из ПИД-регулятора, блока определения его коэффициентов в зависимости от параметров СКВ (ошибки в определении расхода, давления воздуха перед заслонкой). Кроме входного сигнала на работу системы накладывают влияние возмущения в виде таких неконтролируемых параметров как давление воздуха отбора, температура воздуха, давление в кабине, температура и давление окружающей среды.

Регулятор представляет собой следящее устройство, поэтому контроллер должен содержать устройство сравнения входного и выходного сигналов, обратные связи и корректирующие звенья для получения требуемых динамических характеристик.

Использовались уравнения двух групп:

1. Уравнения неразрывности — баланса массовых расходов для характерных узлов системы;
2. Уравнения динамики — второй закон Ньютона.

Уравнения расхода учитывают все расходы с учетом режима течения воздуха и расходы, связанные с его сжимаемостью из-за емкости трубопроводов. Уравнения динамики учитывают массу подвижных элементов, упругие и вязкие силы, действующие на звенья регулятора.

Поскольку рассматриваем регулирование расхода воздуха, то уравнения связи представляют собой совокупность расходных характеристик регулятора и объекта регулирования — тракта системы регулирования воздуха.

Моделирование проводилось с применением операционного исчисления — обычных преобразований Лапласа и с использованием дискретных преобразований Лапласа. Это позволило построить имитационную модель с цифровым управлением. В дискретных преобразованиях записан экстраполятор нулевого порядка, фильтр, дифференцирующие и интегрирующие звенья.

Применение математической имитационной модели системы регулирования расхода позволяет на стадии эскизного проектирования ЛА разработать алгоритмы управления и,

соответствующие им, программное обеспечение, необходимое для составления ТЗ на всю систему или отдельные элементы системы кондиционирования воздуха. Внедрение динамических математических моделей дает возможность сократить количество лётных испытаний и выявить потенциально опасные режимы работы.

Список литературы:

1. Шустров Ю.М. Проектирование авиационных систем кондиционирования воздуха, М., Машиностроение, 2006.

2. Высотное оборудование пассажирских самолётов. Быков Л.Т., Ивлентиев В.С., Кузнецов В.И. М., «Машиностроение», 1972, стр. 332.

3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования, М., Машиностроение, 1965.

4. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М.О. Штейнберга. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1992. — 672 с.: ил.

5. Гоц А.Н. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей: учеб. пособие / А. Н. Гоц; Владим. гос. ун-т. — Владимир: Редакционно-издательский комплекс ВлГУ, 2005. — 124 с.

Секция №1.5 Управление жизненным циклом продукции

Анализ различных видов эксплуатации ШФДМС и особенностей системы технического обслуживания и ремонта

Белова А.С.
Научный руководитель — Кириллин А.В.
МАИ, Москва
belova.diplom@gmail.com

При проектировании и разработке нового воздушного судна (ВС), особенно гражданского, важно учитывать не только его технические особенности, эксплуатационную и ремонтную пригодность, но и брать во внимание все особенности его эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла изделия.

Целью работы является расчёт количества затрат на техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) перспективного широкофюзеляжного дальне магистрального самолёта (ШФДМС). На основе проведённых расчётов привести обоснование в какой год эксплуатации судна выгоднее будет провести его конвертацию в грузовое.

Разработчик ВС должен чётко понимать, как эксплуатант будет использовать самолёт, какое количество судов будет во парке, а также количество лётных циклов (FC) и лётных часов (FH).

Техническое обслуживание является обязательным и должно выполняться в соответствии с требованиями по обеспечению лётной годности ВС. При этом принято различать линейной и базовое техническое обслуживание. Линейное — проводится на перроне.

Базовое техническое обслуживание — это технические проверки по формам A, C и D, так называемые A-, C- и D-Check.

A-Check в настоящее время считается серьёзной проверкой обслуживания линии, однако не требующей больших инвестиций в инфраструктуру со стороны эксплуатанта. Операторы, которые выбирают выполнение линейной обслуживание внутри своей основной базы, обычно также выполняют свои A-Check, если ангар доступен.

Другие крупные проверки (C и D) обладают высокими требованиями к инфраструктуре и являются работами, на которые обычно, в мировой практике, заключаются контракты в провайдером услуг ТОиР, если они соответствуют стратегии эксплуатанта.

По данным консалтинговых организаций основной рост пассажиропотока до 2038 г. будет происходить в Азиатском регионе. Проанализировав рынок, в первую очередь — потребности региона Азии были выделены следующие видов эксплуатации:

- Регулярные рейсы
- Чартерные рейсы
- «Короткое плечо»
- Чартеры на «коротком плече»
- Low Cost

Взяв параметры для вычислений и параметров регламентированные разработчиком и рассмотрев классическое использование ШФДМС как транспортного средства на дальние маршруты, для анализа была выбрана эксплуатация регулярными рейсами и чартерными рейсами на «коротком плече». При этом показатели доступности и надёжности ВС должны быть не ниже, чем у конкурентов: Aircraft Aviability — 0,99; Aircraft Reliability 0,978.

Регулярные: количество рейсов в день — не более 3, а средняя длительность перелёта — 5,5 часов. Чартерные: количество рейсов в день — не более 6, а средняя длительность — 2,5 часов. Данные были взяты по данным анализа эксплуатации самолётов аналогов (Boeing 787 Dreamliner, Airbus A330, Airbus A350) с сайта FlightRadar24.

Целевая стоимость прямых затрат на ТОиР ШФДМС составляет 855$/FH. Проведение A-Check осуществляется каждые 1000 FH; D-Check — 36 месяцев или 6000 FC; Heavy-check — 144 месяцев или 24000 FC.

Рассчитав затраты на обслуживание на 1, 5 и 30 лет, стало ясно, что эксплуатация ВС на регулярных рейсах затратнее чартерных. Также было установлено, что на 26 году эксплуатации ВС затраты на ТОиР возрастают до такой степени, что использование для пассажирских перевозок использование ВС уже не рентабельно. Поэтому на 26 году эксплуатации рекомендуется проведение конвертации ВС в грузовое с продлением лётной годности.

Повышение живучести беспилотных воздушных судов

Бусыгин А.Э.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Левшонков Н.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
1alexsun1@gmail.com

Интенсивное развитие авиационной промышленности на данный момент наиболее сильно прослеживается в направлении разработки и совершенствования беспилотных летательных аппаратов. При проектировании, вводе в производство и эксплуатации беспилотного воздушного судна важно соблюсти компромисс между множеством характеристик, одним из которых является живучесть, то есть способность воздушного судна сохранять работоспособность при воздействии поражающих средств и нерасчетных условий эксплуатации. Ввиду начала нового витка научно-исследовательских разработок в области беспилотных воздушных судов, требовательных к надежности и живучести, необходимо рассмотреть основные факторы, снижающие поражаемость летательного аппарата и уменьшающие количество его уязвимостей.

В данной работе проведено обзорное исследование основных показателей живучести и проведена оценка факторов, влияющих на живучесть беспилотного воздушного судна, в числе которых: тактика применения беспилотных воздушных судов, маневренность, обеспечение эксплуатации в сложных погодных условиях, огневое противодействие, постановка помех, контрастность в радио-, тепловом, шумовом и визуальном диапазонах, воздействие вертикальных потоков атмосферы, грозовых разрядов и разрушившихся элементов конструкции.

Проведена также оценка существующих уязвимостей беспилотных воздушных судов, в ходе чего выделены основные мероприятия по повышению защиты и устранению уязвимости топливной системы, рассмотрены перспективы бронирования, резервирования и пространственного разобщения агрегатов, силовых элементов планера, защищенности беспилотных летательных аппаратов на местах базирования.

В заключении работы выделены наиболее эффективные из рассмотренных мероприятий и приведен путь оптимального распределения лимита массы, отведенного на повышение живучести.

Методика рентгеноскопического неразрушающего контроля элементов конструкции воздушного судна с сотовым заполнителем

Глухотко И.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Крылов А.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
exblazer@icloud.com

Научная работа «Методика рентгеноскопического неразрушающего контроля элементов конструкции воздушного судна с сотовым заполнителем» выполнена на 26 страницах.

Успешному решению ответственных задач, стоящих перед военной авиацией способствует не только высокая способность лётчиков, штурманов, инженеров, техников, механиков, но и надежная АТ.

Отечественная авиационная техника имеет высокий уровень эксплуатационной технологичности, надёжности, что обеспечивает высокий уровень безопасности полётов в сложных метеоусловиях, днём и ночью. Вместе с тем, из-за значительных нагрузок, испытываемых ВС, из-за длительных сроков эксплуатации может произойти снижение эксплуатационных свойств материала, некоторых ответственных деталей, образование в них дефектов и их разрушение. Причинами поломок могут быть также производственные дефекты материала, не обнаруженные на заводах-изготовителях.

Одним из мероприятий ИАС по поддержанию ВС в исправном состоянии является своевременное обнаружение, трещин, коррозии, недопустимых изменений механических свойств материалов, а также нарушения нормального положения или разрушения внутренних деталей, узлов, агрегатов и приборов, с тем, чтобы принять меры к своевременному устранению дефектов.

Основной частью научной работы является разработка методики рентгеноскопического контроля деталей с сотовым заполнителем самолёта Ил-76, с использованием установки «Норка» и рекомендации по выполнению неразрушающего (рентгеноскопического) контроля.

В научной работе рассмотрены общие меры радиационной безопасности при эксплуатации и войсковом ремонте авиационной техники (выпуск 4647), меры безопасности при выполнении рентгеноскопического контроля, требования радиационной безопасности при работе с установкой «Норка».

Объектом данного исследования являются детали с сотовым заполнителем самолёта Ил-76.

Таким образом, целью данной работы является разработка методики рентгеноскопического контроля элементов конструкции самолёта Ил-76 с сотовым заполнителем.

В процессе проведения исследования были проанализированы роль и место методов дефектоскопии при эксплуатации и ремонте авиационной техники, а также:

• Разработана методика рентгеноскопического контроля деталей с сотовым заполнителем самолёта Ил-76;

• Выполнена постановка полнофакторного эксперимента рентгеноскопического неразрушающего контроля элементов конструкции Ил-76 с сотовым заполнителем.

Список литературы:

1. Эксплуатация боевой авиационной техники. Новиков И.А., Романов Н.М., Степанов С.В., М.: ВВИА, 1982 г.

2. Крылов А.А., Легенький Д.А. Рентгеноскопический метод контроля элементов конструкции самолёта. Разработка перспективного деактиватора металлов для авиационных топлив // Актуальные проблемы развития авиационной техники и методов её эксплуатации — 2016. Сборник трудов IX Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов (6-8 декабря 2016 г.): в 2-х томах. — Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА, 2016. — Т. II. — С. 116-117.

3. Мышкин Л.В., Прогнозирование развития авиационной техники: теория и практика. — М.: Физмат 2006 г.

4. Установка рентгенотелевизионная портативная НОРКА /. Руководство по эксплуатации. 2006. — 22 с.

5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. — 116 с.

Оптимизация прогноза освежения авиационных средств поражения

Дзехохов С.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Дронов В.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
sdzekhokhov@gmail.com

Своевременное проведение ремонта и правильное планирование освежения запасов обеспечивают высокий уровень технического состояния авиационных средств поражения (АСП) и готовности их к использованию по прямому назначению.

Несвоевременное освежение приводит к накапливанию на складах имущества с истекшими сроками хранения, срыву нормального снабжения авиационных частей и наносит материальный ущерб, в связи с необходимостью отправки имущества со складов на перепроверку, переконсервацию и утилизацию.

Если АСП не используется на боевое применение (обучение летных экипажей), денежные средства на их закупку, эксплуатацию и уничтожение тратятся «впустую».

Необходимо построить боевую подготовку с применением АСП так, чтобы их запасы, по возможности, освежались естественным путем.

Задача синтеза оптимизации освежения АСП состоит в построении алгоритма прогноза управления, который может обеспечить наилучшее качество «движения» рассматриваемой системы.

Качество разрабатываемой системы освежения АСП характеризуется рядом показателей. Создать алгоритм оптимального освежения АСП по всем показателям качества, как правило, невозможно. Это связано с тем, что показатели выдвигают противоречивые требования к процессу освежения АСП. В связи с этим, выбирается обобщенный показатель качества освежения.

При решении поставленной задачи введены следующие ограничения:

1. Запасы АСП не могут быть отрицательными.

2. Управления так же неотрицательные, т.е. движение АСП происходит в одном направлении: завод-арсенал-склад части-боевое применение (утилизация).

3. Управления на уровне частей ограничены годовыми лимитами АСП, выделенными на боевую подготовку.

4. Запасы АСП, неизрасходованные в течение их назначенных сроков хранения (НСХ) управлению не подвергаются (не могут поступать на боевую подготовку) и остаются «мертвым грузом».

В связи с введенными ограничениями, задача оптимизации прогноза освежения АСП будет решаться методом динамического программирования Р. Беллмана.

В статье представлен фрагмент программного продукта "Освежение АСП", принцип работы которого основан на использовании данного алгоритма.

Таким образом, цель — естественное освежение АСП может быть достигнута решением оптимизационной задачи информационной поддержки принятия решения на выделение их годовых лимитов для боевой подготовки.

Мероприятия по освежению запасов АСП являются одной из главных задач должностных лиц воинских частей и их необходимо проводить своевременно под непосредственным контролем начальников довольствующих служб в тесном взаимодействии со штурманской службой как авиационной части, так и объединения.

Метрические методы в диагностике технических систем

Карачун О.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Капустин А.Г.
БГАА, Минск, Беларусь
oleg.karachun.99@mail.ru

Каждый технический объект до проведения мероприятий по технической диагностике соответствует одному из двух несовместных состояний: работоспособное или неработоспособное [1, 2].

Целью технической диагностики является определение степени соответствия состояния объекта одному из этих состояний.

В настоящее время диагностика систем на борту воздушного судна производится средствами встроенного контроля (тест-контроль) и с помощью анализа данных полученных со средств объективного контроля полётной информации (СОКПИ) [2].

Для автоматизации процесса анализа информации СОКПИ следует воспользоваться некоторыми статистическими методами и разработкой программного обеспечения на основе данных методов [3, 4].

Для многих методов статистики, как следует из названия данной области науки, необходимы статистические данные. В качестве таких данных нужно использовать информацию СОКПИ и соответствие этих данных одному из технических состояний: работоспособное или неработоспособное.

Рассматривая эти данные как таблицу, в которой строки соответствуют событию, а столбцы типу параметра (признака) и один из столбцов содержит информацию о степени принадлежности события к состоянию объекта [1, 3].

При формировании новой строки (получении данных о новом событии и необходимости в диагностике) ячейка с информацией о состоянии остается пустой. Используя метрические методы статистики, возможно, на основании расчета значений «расстояний» между событиями, определить наиболее близкие по параметрам и восстановить значение в ячейке состояния технического объекта. Наиболее распространенными метриками являются следующие: Евклидова метрика, метрика Манхеттен и max-метрика [4].

Следует отметить что при восстановлении данных ячейки состояния все параметры (признаки) следует нормировать, в связи с зависимостью результатов вычислений от масштаба значений признаков.

В качестве языка реализации программного обеспечения выбран Python, как наиболее простой и удобный для матричных вычислений.

Таким образом метрические методы позволяют определять степень принадлежности технического объекта к одному из двух состояний: работоспособное или неработоспособное.

Список литературы:

1. Воробьев В.Г., Константинов В.Д. Надежность и техническая диагностика авиационного оборудования / Учебник. — М.: МГТУ ГА, 2010. — 448 с.

2. Схиртладзе А.Г. Надежность и диагностика технологических систем / А.Г. Схиртладзе. — М.: Новое знание, 2008. — 518 с.

3. Елисеева И.И. Статистика: [углубленный курс]: учебник для бакалавров / И.И. Елисеева и др.]. — Москва: Юрайт: ИД Юрайт, 2011. — 565 с.

4. Тумасян А.А. Статистика промышленности: учебное пособие / А. А. Тумасян, Л. И. Василевская. — Минск: Новое знание. — Москва: Инфра–М, 2012. — 429 с.

Методика оценки и анализа надежности на этапе эксплуатации воздушного судна

Киселева А.А.
Научный руководитель — д.т.н. Осяев А.Т.
МАИ, Москва
nastona@list.ru

In this paper we consider the problem of ensuring the reliability in operation of products of aviation technology (at). As part of the solution to this problem, we propose a method for evaluating and analyzing the results of aircraft operation, the main tasks of which are: evaluating the current level of reliability and fault safety, taking the necessary measures to improve reliability, and confirming the design level of reliability and fault safety.

The proposed method is a closed cycle of four main stages of investigation of the causes of failures and incorrect operation.

The first stage describes the process of collecting, recording and systematizing data, including data on on-Board systems; data on operating time; failures and their elimination; delays and cancellations of departure; replacements and repairs.

The third stage is to develop and implement corrective measures for failures. It is assumed that the measures can be used to improve the skills of the crew and technical personnel, adjust maintenance, upgrade the aircraft system, update operating procedures, etc. In this work, at this stage, we propose ways to solve the problems of validity and sufficiency of the proposed measures to eliminate the root cause of each type of failure.

The final stage is the analysis of the effectiveness of corrective measures, performed using statistical methods in accordance with stages 1 and 2.

The proposed method will: improve reliability and fault safety; establish a single cycle from identifying the problem to solving it and closing it; monitor the reliability and fault safety of aircraft in operation and timely forecast trends; reduce operating costs of the developer and operator, in order to avoid repeated failures in the future.

Причины внедрения управления жизненным циклом в авиастроительной отрасли

Малинина Д.Д.
МАИ, Москва
darya.malinina99@gmail.com

В настоящее время высокая конкуренция на рынке повышает требования к продуктам, поэтому для успешного вывода продукта на рынок необходимо должным образом управлять процессами и данными на протяжении всего жизненного цикла.

Управление жизненным циклом изделия разделено на две фазы: первая связана с предприятием, а другая — с данными о продукте (виртуальное предприятие). Второй этап включает в себя компьютерное проектирование и производство с использованием системы управления данными, которая передает и собирает данные от начального процесса разработки концепции до конечного срока службы изделия. Кроме того, система организует автоматизированные инструменты проектирования, архивирует отзывы клиентов, инженерные данные и данные управления для осуществления обмена информацией между предприятием, заказчиком, сектором обслуживания и конечными пользователями продукта.

Техническое обслуживание — это процесс обеспечения надежности, безопасности и общего функционирования изделия. Существует два вида технического обслуживания:

1. Плановое, в котором процесс ремонта запланирован в соответствии с временными интервалами;
2. Внеплановое, то есть когда происходит внезапная поломка.

Управление жизненным циклом имеет большой процент внедрения в авиастроении, так как сокращает период проектирования и сборки летательных аппаратов. В целом управление жизненным циклом продукта сокращает время маркетинга, повышает качество как самого изделия, так и сервисного обслуживания. Кроме того, происходит централизованный учет продукции, а также снижение затрат и отходов. Управление жизненным циклом в части обслуживания позволяет минимизировать время технического обслуживания, а также увеличить общий срок службы самолёта, что несомненно отражается на прибыли.

Список литературы:

1. Essays, UK. (November 2018). Product lifecycle management in aviation maintenance.

Исследование процессов технического обслуживания и ремонта воздушных судов гражданской авиации для математического моделирования процессов планирования и управления при подготовке к вылету

Мигушин Ю.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Падалко С.Н.
МАИ, Москва
imigushin@gmail.com

В работе приведены результаты исследования подготовки к вылету воздушных судов (ВС) гражданской авиации (ГА), их технического обслуживания и ремонта (ТОиР) при подготовке к вылету, проанализированы требования и порядок исследований в целях разработки математической модели процессов планирования и управления при подготовке к вылету.

Понятие ГА определяется в статье 21 Воздушного кодекса РФ от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. От 27.12.2019): «Авиация, используемая в целях обеспечения потребностей граждан и экономики, относится к гражданской авиации. <…>».

Для современных типов ВС отсутствует единый регламент технического обслуживания (ТО). Разработкой программы и стратегии ТОиР под конкретное ВС занимается эксплуатант на основании руководящих документов, рекомендаций завода и указаний властей.

Процессы ТОиР относятся к этапу эксплуатации жизненного цикла ВС и являются комплексным наземным инженерно-техническим обеспечением ВС, направленным на поддержание его в состоянии исправности и готовности к полёту на протяжении всего срока эксплуатации.

Подготовка к вылету в ТОиР ВС включает операции обеспечения вылета и оперативную форму обслуживания. Началом подготовки ВС к полёту является одно из трех состояний: готовность после периодического или оперативного обслуживания, или после ремонтных форм. Во втором случае производится обеспечение вылета и последующий переход к выполнению полётного задания. В других случаях готовности, обеспечению вылета предшествует оперативное обслуживание перед вылетом. Результатом предполётного оперативного обслуживания и операций обеспечения вылета является соответствие ВС требованиям достаточности ресурса и укомплектованностью всеми расходуемыми материалами для выполнения полётного задания, отсутствием не устранённых обнаруженных с предыдущего ТО критических отказов и дефектов.

Предполётное обслуживание представлено группами последовательных операций, часть которых выполняется параллельно. Предполётному обслуживанию свойственна лимитированность ресурсов, определяющихся объемом предстоящих работ, внешними условиями и требованиями. При планировании и управлении процессами подготовки к вылету требуется минимизировать общее время подготовки, кадровые, материальные и инструментальные ресурсы при условии обеспечения достаточности в соответствии с требованиями (напр. безопасности полётов). Затрачиваемое на операции время не является постоянным, а имеет характер случайной величины и может быть описано функцией распределения.

Планирование и управление процессами подготовки к вылету ВС содержат задачу минимизации ресурсов при ряде ограничений. Следовательно, для решения задачи необходимо разработать оптимизационную модель. Для моделирования и решения оптимизационных задач, за счет удобства, распространенности и приспособленности к большой размерности, широко используется линейное программирование. Соответственно, все отношения между переменными должны быть выражены линейными функциями. Т.к. значения некоторых переменных принятия решений принадлежат множеству целых чисел, то имеет место класс задач смешанного целочисленного линейного программирования.

Для математического моделирования процессов планирования и управления при подготовке к вылету необходимо на основе произведенных исследований разработать функцию минимизации. В соответствии с общим видом оптимизационной модели необходимо привести перечень ограничений с помощью функций, зависящих от указанных ранее параметров. Для переменных, принимающих значения из заданного множества X, необходимо определить требования к значениям управляемых параметров. Что позволит получить общий вид математической модели.

Исследованы подготовка к вылету и процессы ТОиР ВС ГА, сформулированы требования для математического моделирования процессов планирования и управления при подготовке к вылету, определены дальнейшие исследования для разработки математической модели.

Список литературы:

1. Далецкий С.В., Деркач О.Я., Петров А.Н. Эффективность технической эксплуатации самолётов гражданской авиации / М.: Воздушный транспорт, г. Москва, 2002. — 216 с.

2. Падалко С.Н., Степаненко А.Ю. Управление жизненным циклом продукции: требования к функциональным модулям логистики снабжения. В кн.: 15-я Международная конференция «Авиация и космонавтика — 2016», Москва. Тезисы. — Типография «Люксор», 2016. С. 683-684.

3. Станкевич А.М. Задача оптимального формирования пакетов работ на техническое обслуживание воздушных судов (общая постановка). Научно-технический вестник Поволжья. №10, 2018 г. — Казань: Научно-технический вестник Поволжья, 2018

4. Hölzel N., Schröder C., Schilling T., Gollnick V., «A Maintenance Packaging and Scheduling Optimization Method for Future Aircraft», 2012 Air Transport and Operations Symposium, At Delft, Netherlands, 2012.

5. Andersson K.; Carr F.; Feron E.; Hall W. D. Analysis and Modeling of Ground Operations at Hub Airports / 3rd USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar, Napoli, 13-16 June 2000.

Контроль параметров режимов хранения авиационного имущества на авиационно-техническом складе

Носков В.В.
Научный руководитель — к.г.н. Кулаков С.Ю.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
noskoff20@yadex.ru

Устройство контроля параметров режима хранения авиационного имущества на авиационно-техническом складе относится к устройствам автоматизированной идентификации и контроля состояния объектов, требующих строго соблюдения режима хранения по температуре и влажности воздуха. Условия хранения объектов определяются техническими условиями, соответствующими инструкциями и другими руководящими документами. Контроль параметров режима хранения объектов представляет собой трудоемкий процесс сбора данных. Для автоматического контроля параметров предложено устройство, позволяющее осуществлять сбор данных о параметрах объектов хранения дистанционно, путем снятия показаний с датчиков, расположенных внутри объектов хранения, передающих данные через модули микроконтроллеров типа Arduino на ПЭВМ. В случае нарушения условий хранения устройство автоматически определяет какой параметр

нарушен и принимает меры для восстановления параметров до значений, требуемых условиями хранения.

Использование беспроводных модулей позволяет автоматизировать процесс хранения, выявить нарушение условий хранения и принять мгновенные меры к их устранению. Технический результат достигается за счет автоматизации контроля и сбора информации о условиях хранения в реальном режиме времени. Это приводит к значительному снижению трудоемкости работ и автоматизации контроля состояния объектов, сокращению времени реагирования системы на изменение параметров хранения и своевременном возвращению параметров к состоянию необходимом для соблюдения условий хранения.

Для этого в программируемом блоке обработки данных модулей передачи сигнала оператором устанавливаются пороговые значения сигнала от датчиков контроля параметров объекта, периодичность передачи информации, в программируемом блоке хранения данных модуля приема сигнала оператором устанавливается идентификация модулей передачи сигнала и условия его передачи на устройства ПЭВМ.

О вопросах информационного обеспечения процесса продления ресурсов и сроков службы

Савина А.А., Даудгаджиев В.Б.
АО «ЭМЗ им. В. М. Мясищева», Жуковский
apa_home@icloud.com

Одним из важнейших мероприятий в системе сервисного обслуживания авиационной техники государственной авиации Российской Федерации являются мероприятия по продлению ресурсов и сроков службы. Работы по продлению ресурсов и сроков службы должны проводиться в соответствии с требованиями государственных стандартов, бюллетеней о ресурсах и сроках службы. Продление назначенных показателей проводят для отдельных образцов изделий авиационной техники.

Бюллетенем «О ресурсах и сроках службы» установлен единый порядок проведения работ по продлению ресурсов и сроков службы самолётам государственной авиации Российской Федерации и определена документация, которую необходимо оформлять, установлены ресурсы и сроки службы, приведён перечень агрегатов и комплектующих изделий, имеющих ограниченный ресурс (срок службы), перечень доработок для обеспечения безопасной эксплуатации в пределах назначенного ресурса (срока службы), перечень элементов конструкции планера и систем самолётов, подлежащих периодическому контролю в процессе эксплуатации и ремонта.

Для обеспечения безопасности эксплуатации и наиболее эффективного использования авиационной техники по назначению, работы по продлению ресурсов и сроков службы, выполняемые разработчиком, должны производиться при наличии следующей информации: лётных, статических и усталостных испытаний, опыта эксплуатации и ремонта, результатов оценки технического состояния самолётов, выполненных с целью определения возможности продления сроков службы, анализа условий эксплуатации, расчета нагруженности и расхода ресурса планера.

В процессе эксплуатации должен осуществляться учёт наработки (срока службы) как основного изделия, так и составных частей и комплектующих изделий, информации о движении изделия в эксплуатации и пр. Назначенные показатели агрегатов и комплектующих изделий должны обеспечивать эксплуатацию основного изделия на продлеваемый период.

Для того, чтобы мероприятия сервисного обслуживания, в частности — продления ресурса самолётам государственной авиации Российской Федерации, проходили в строгом соответствии с действующей нормативно-технической документацией, необходимо создание (при отсутствии таковой) системы учёта и анализа данных о техническом состоянии ведомой разработчиком авиационной техники.

Данная система должна быть строго централизованной, обязательной к наполнению имеющимися накопленными данными (статистика эксплуатации, результаты принятых

конструкторских решений, испытания, модернизации, доработки и т.д.), гибкой и наглядной. Такая система сократит трудоемкость поиска необходимой информации, обеспечит возможность заблаговременно прогнозировать мероприятия сервисного обслуживания, принимать решения о продлении ресурсов и сроков службы образцам авиационной техники не только по текущему техническому состоянию по конкретному образцу АТ, а также парка самолётов определенного типа в целом, усовершенствует систему планирования мероприятий сервисного обслуживания, позволит планировать размещение кооперации соисполнителей и поставщиков заблаговременно, избегая длительной контрактации.

В настоящее время разработаны и применяются лишь системы по современным образцам авиационной техники фронтовой и оперативно-тактической авиации. В военно-транспортной авиации (в особенности, по типам самолётов, выпускавшихся в 1970-1980 годах на территории Советского союза), такая единая система накопления, обработки и анализа данных об эксплуатации отсутствует.

Методика поиска неисправностей бортовых систем

Тарасов В.В., Самонов А.А., Сабадаш В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кондрашин А.А.
МАИ, Москва
Icloudmailbox@yandex.ru

Самым трудным во время обслуживания оборудования считается процедура поиска отказов потому, что актуальные электрические схемы предполагают собой сложную взаимную связь электрических и электронных цепей. Поэтому несколько трудно обнаружить неисправный компонент либо цепь среди множества других компонентов и связей, оказывающих влияние друг на друга. Задача осложняется ещё тем, что много отказов имеют скрытый характер, в связи с этим, не могут быть выявлены внешним осмотром. Процесс поиска отказа предполагает собой последовательность тестовых экспериментов над оборудованием и принятия диагностического промежуточного либо конечного решения.

Одним из путей уменьшения времени обнаружения отказа и требования к квалификации обслуживающего персонала является использование автоматического средства контроля (АСК), который основывается на определенных алгоритмах поиска, для обнаружения отказов в системе оборудования.

Основные концепции поиска отказов.

1. Действие не должно причинять вреда исследуемому блоку.
2. Действия должны приводить к ожидаемым результатам: выдвигать предположение о исправности либо неисправности блока, субблока, компонента и прочего; подтверждение либо опровержение выдвинутого предположения и, как следствие, определения отказа;
3. Нужно различить вероятную неисправность и подтвержденную (обнаруженный дефект), выдвинутое предположение и подтвержденный факт.
4. Нужно оценить оборудование на ремонтопригодность. К примеру, печатные платы (ПП) с компонентами в корпусе типа BGA имеют малую ремонтопригодность из-за сложности использования основных способов поиска отказов.
5. Необходимо адекватно оценить целесообразность и необходимость ремонта. Не редко ремонт нецелесообразен из-за затрат, но обязателен с точки зрения применения технологии, освоения оборудования либо по иным другим причинам.

Способы поиска отказов:

1. Выяснения истории возникновения неисправности.
2. Внешний осмотр.
3. Метод прозвонки.
4. Получение рабочих параметров.
5. Наблюдение прохождения сигнала по каскаду.
6. Сравнение с рабочим изделием.
7. Моделирование.

8. Разбитие на функциональные субблоки.

9. Временная модификация принципиальной схемы.

10. Включение функционального субблока вне системы, в обстоятельствах, моделирующих систему.

11. Первичный контроль функциональных блоков.

12. Способ замены субблоков.

13. Контроль работы компонента.

14. Инициирующее воздействие.

15. Контроль температуры компонента.

16. Применение тестовой программы.

17. Пошаговое выполнение команд.

Располагая перечисленными способами локализации дефектов, следует учесть, что оптимальный способ должен представлять собой логичную последовательность действий, которые сужают границы области отказа до полного обнаружения. Так же для выбора способа поиска отказа и в процессе поиска необходимо пользоваться следующими практическими принципами:

Прежде всего нужно убедиться, что в системе оборудования нет ложно установленных позиций, положений ручек тумблеров и задающих устройств;

Необходимо установить такой способ и такую последовательность поиска отказа, чтобы исключались случайные полученные результаты, поиск должен привести хотя бы к одному из многих возможных результатов; в начале поиска отказа необходимо выбрать такие методики проверки, которые дают возможность получить наибольшую информацию, которые устраняют максимум неисправностей;

Если есть отказ, необходимо сначала установить характер отказа исходя из его внешних признаков, а затем предположить способ по возможной причине отказа;

Способ поиска отказа нужно выбрать с учетом наименьших временных затрат, если неизвестна настоящая причина отказа.

Отказы оборудования следует разделить по двум основным признакам. В первую группу следует отнести отказы, обусловленные проектными недостатками.

Вторая группа самая обширная, отказы проявляются в начале периода эксплуатации оборудования и, как правило, связаны с недостатками конструкции применяемого оборудования, плохим монтажом и отладкой. К типичным отказам этой группы относят: ложные срабатывания блокировок из-за плохой отладки; завышенные установки предельной токовой защиты, так как ток срабатывания реле рассчитан не по действительному (рабочему), а по номинальному значению.

Проектный подход. Структурный анализ показателей разработки проектов

Хван А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Долгов О.С.
МАИ, Москва
khvan.wk@gmail.com

Коммерциализация — как основа современного рынка является принципиальным инструментом проектно-ориентированного подхода. Данный подход преимущественно основан на определении стоимости изделия и трудозатрат, а определение этих критериев позволяет спрогнозировать эффективность разрабатываемого продукта и его конкурентоспособность на существующем рынке. С помощью компьютерных технологиях, расчетов и математического моделирования сегодня возможно осуществить контроль разрабатываемого изделия на всех этапах жизненного цикла, а на самых ранних этапах разработать несколько уровней требований, которые определят облик и функциональное назначение будущего изделия, и с помощью которых возможно будет провести испытания и последующую верификацию полученных характеристик с антецедентными требованиями.

Поэтому актуальность проблемы управления процессами в промышленности является наиболее важной на мировом рынке.

Проектный подход на сегодняшний день является главным методом разработки любого изделия или услуги, а альтернативные методы к управлению проектами на сегодняшний день признанными неэффективными или устаревшими. Структурный анализ управления проектами показывает, что эта область науки разделена на несколько инструментов управления проектами, таких как: 1. Разработка требований; 2. Управление финансовыми потоками; 3. Управление рисками; 4. Управление человеческими ресурсами. Таким образом, разработка требований, как один из первичных инструментов, необходимо регулировать с целью обеспечения целевых показателей. В настоящее время разработка требований является критически важной стороной в современной промышленности, она обеспечивает формирование общей концепции при проектировании процессов (или набора процессов). Правильно разработанный процесс является ключевым аспектом разработки требований. Первоначально разработанные требования определяют основные характеристики разрабатываемого изделия или исходную спецификацию процесса.

Операционный контроль проекта — один из хороших примеров, где проблема неопределенности решается путем поиска средств коммуникации, позволяющие сотрудникам (пользователи, менеджеры, дизайнеры, разработчики, программисты и др.) на всех уровнях проекта эффективно взаимодействовать. Он позволяет выбрать необходимый уровень детализации процессов с целью проверки и тестирования системы. Результатом операционного контроля является глубокая многоуровневая верификация различных требований, предъявляемых к изделию. Комплекс инструментов проектного подхода и методики операционного контроля позволяют сформировать четкие требования к разрабатываемому изделию и являются ключевыми факторами успеха выхода на рынок.

Направление №2 Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки

Секция №2.1 Авиационные двигатели

Создание параметрической модели несимметричных торцевых стенок соплового аппарата

Акунец М.В., Волков А.А.
Научный руководитель — доцент, Попов Г.М.
Самарский университет, Самара
scorp121@list.ru

КПД турбины является одним из важных факторов, определяющих эффективность турбомашины в целом. Поэтому при проектировании турбины всегда стремятся получить наибольшие значения КПД. Различные вторичные течения вблизи торцевых стенок оказывают значительное влияние на КПД, и обычно основные мероприятия по уменьшению вторичных потерь заключаются в профилировании сложной геометрии лопатки (тангенциальный наклон лопаток, саблевидные лопатки). Также одним из способов уменьшения вторичных потерь является применение несимметричных торцевых стенок. Такая сложная поверхность может приводить к уменьшению градиента давления вблизи втулочного, периферийного сечений и приводить к уменьшению вторичных течений.

Однако определение формы несимметричных торцевых стенок с целью достижения наибольшего КПД является сложной задачей, так как требуется значительное количество экспериментальных данных для каждой конкретной решетки. В то же время применение численного моделирования позволяет значительно сократить трудоемкость исследования, но для решения задачи оптимизации требуется создание параметрической модели. Поэтому основной целью текущей работы было создание такой параметрической модели.

Вначале были разработаны параметрические геометрии решетки и несимметричных торцевых стенок в программе Numeca AutoBlade. Параметры геометрических моделей описывается в текстовых файлах, при импорте которых в программу AutoBlade можно получить твердотельные модели. Это твердотельные модели можно сохранить в формате *.geomTurbo. В данной работе торцевые стенки описываются набором точек. Оптимальное количество точек вдоль оси (Z) и перпендикулярно оси (Θ) было выбрано на основании данных, представленных в работе [1]: 5 точек вдоль оси и 4 точки в направлении перпендикулярном оси. Описание геометрии в текстовых файлах позволит в дальнейших исследованиях быстро изменять геометрию и использовать в цикле параметрических исследований и/или оптимизации.

Далее были разработаны специальные скрипты на языке программирования Python. Алгоритм создания параметрической модели с помощью скриптов можно представить следующим образом:

1) программа Numeca AutoBlade считывает заранее подготовленные текстовые файлы, описывающие геометрическую модель;
2) выполняется экспорт твердотельной модели лопатки и несимметричных торцевых стенок в формате *.geomTurbo;
3) геометрия в формате *.geomTurbo импортируется в программу Numeca AutoGrid5;
4) на основе загруженной геометрии создается сеточная модель решетки с несимметричными торцевыми стенками. Параметры настройки сеточной модели можно оставить или по умолчанию, или предопределенными для базового проекта, или считать параметры из подготовленного текстового файла;
5) выполняется экспорт сеточной модели в формате *.cgns.

Таким образом, была разработана параметрическая модель лопаточного венца с несимметричными торцевыми стенками. Она включает в себя параметрические геометрическую и сеточную модели.

Основными преимуществами такой параметрической модели являются:

• Построение сетки происходит автоматически на основании входных данных, что позволяет использовать данную параметрическую модель при оптимизации;

• Возможность дополнительной настройки сеточной модели позволяет сокращать время оптимизационных расчетов за счет изменения во время оптимизации густоты сетки в зависимости от характера изменения различных величин.

В дальнейшем планируется использовать данную параметрическую модель при исследовании способов снижения потерь в сопловой решетке.

Список литературы:

1. В.В. Вятков, Д.В. Карелин. Разработка конструктивных мероприятий, обеспечивающих снижение вторичных потерь в венцах газовой турбины, 2012.

Анализ элементов топливоизмерительной автоматики авиационных газотурбинных двигателей и создание базы данных основных комплектующих измерительных комплексов

Алдобаева О.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Силуянова М.В.
МАИ, Москва
Bool-Bolled@yandex.ru

Топливоизмерительная система — это совокупность средств измерений, соединенных между собой каналами связи и предназначенных для формирования измерительной информации о запасе, расходе, остатке и уровне топлива в топливной системе летательного аппарата. Комплекс управления выработкой топлива из баков является основным элементом в системе питания горючим силовых установок. Кроме этого, у комплекса есть возможность перекрытия системы подачи топлива в двигатель, он отвечает за дозаправку воздушного судна в полёте и также помогает контролировать наземную заправку самолёта

При создании новых чертежей, принципиальных электрических схем, схем соединений и жгутовых схем конструктор использует типовые элементы в различных сочетаниях для получения необходимых параметров вывода, сигнализации, автоматического срабатывания и переключения системы. С целью повышения эффективности работы: увеличение производительности в сочетании с упрощением работы предлагается создать базу данных, объединяющую в себе основную информацию по используемым элементам. В дальнейшем данную базу можно расширять и создавать полную номенклатуру по каждой системе любого самолёта. В данном случае я рассматриваю топливную систему самолёта, а именно топливомерно-расходомерный комплекс — его элементы.

База данных (БД) — структурная совокупность данных, поддерживаемая в актуальном состоянии для конкретной предметной области.

При этом данные универсально организованы с целью использования для многих приложений. Описание данных явным образом декларировано и хранится в самой базе данных.

Основными частями БД являются: таблица, запрос, форма, отчет, макрос и модуль. В данном случае достаточно будет таблицу, запрос и форму. Где таблица хранит данные в ячейках таблицы, состоящей из строк и столбцов (аналогичной электронной таблицы Excel), запрос извлекает данные из таблицы (или группы таблиц) в соответствии с указанными пользователем критериями, форма выводит на экран информацию из таблицы или запроса, основываясь на указанном пользователем формате; представляет собой наглядный интерфейс с пользователем БД; формы позволяют заносить, просматривать, редактировать и распечатывать данные; форма может выводить данные из нескольких баз данных.

Для начала потребовалось проанализировать данные, и решить какие из них войдут в таблицы. В ходе работы было выбрано три основных параметра, которые позволят легко ориентироваться в базе данных: наименование, краткое описание, технические условия. Такое деление позволяет выбрать требующийся элемент или группу элементов. Данные могут дополнительно уточняться отдельными вложениями, расширение БД никак не повлияет на её работу и функциональность, но каждый пользователь сможет вносить информацию необходимую для него (или дополнять/изменять уже имеющуюся). В данной работе потребовались дополнительные таблицы: с электрическими характеристиками, которые необходимы для создания корректных электрических схем, с учетом токов и напряжений в работе топливоизмерительного комплекса; схемы включения элементов; принципиальный вид элемента.

Итогом проделанной работы является функциональная, активная база элементов, отвечающих за топливоизмерение, а также выработку топливных баков самолёта. Данная разработка позволяет конструктору тратить меньше времени для поиска необходимых в работе сведений, а также даёт возможность для обучения и адаптации к работе молодых специалистов.

Список литературы:

1. Карчевский Е.М., Филиппов И.Е., Филиппова И.А. Access 2010 в примерах. Учебное пособие. Казанский университет, 2012. 140 с.

2. Нечаев В.И., Большакова И.В., Шулаков Б.А. Технические описания электрических элементов, использующихся в проектировании и конструировании схем самолётов типа МиГ. М., 2004. 57 с.

3. Бринев Б.И. Инструкция по типовому электромонтажу и заделкам электрооборудования. М, 1990. 135 с.

Исследование характеристик силовой установки высокоскоростного пассажирского самолёта с использованием усовершенствованной математической модели

Алендарь А.Д., Грунин А.Н., Якурнова К.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Силуянова М.В.
МАИ, Москва
artem.alendar@mail.ru

В рамках работы рассматривается силовая установка (СУ) высокоскоростного пассажирского самолёта (ВПС) с взлётной массой 90 тонн, крейсерским числом маха полёта 3.5, и дальностью полёта 7700 км. В качестве двигателя для СУ рассматривается двухвальный двухконтурный турбореактивный двигатель классической схемы со смешением потоков обоих контуров, без подпорных ступеней, с форсажной камерой (ФК). Двигатель оснащается сверхзвуковым плоским регулируемым входным устройством внешнего сжатия (ВхУ) и сверхзвуковым осесимметричным регулируемым реактивным соплом. Для исследования облика и характеристик (в том числе эффективных) СУ разработана математическая модель, объединяющая математические модели двигателя, входного устройства и выходного устройства в единую систему.

Внутренние характеристики двигателя определяются с помощью математической модели первого уровня с покаскадным описанием турбомашин на основе их обобщенных масштабируемых характеристик. В качестве расчетного принят стендовый режим. На расчетном режиме двигатель имеет следующие параметры: тяга 20000 кгс, суммарная степень повышения давления 20, степень двухконтурности 0,4, температура газа перед турбиной 1700 К. Максимальная температура газа перед турбиной составляет 1900 К. Параметры термодинамического цикла, величины расходов охлаждающего воздуха, значения эффективности узлов, потери по тракту, коэффициенты полноты сгорания топлива в основной и форсажной камерах сгорания соответствуют прогнозируемым уровням для двигателей ВПС.

Расчет параметров ВхУ ведется с использованием эмпирико-математической модели первого уровня, основанной на методике расчета параметров и характеристик сверхзвукового плоского ВхУ внешнего сжатия. Методика позволяет производить расчет коэффициента восстановления полного давления в ВхУ, а также коэффициента внешнего аэродинамического сопротивления ВхУ. Сопротивление ВхУ складывается из сопротивления по жидкой линии тока и сопротивления обечайки. Расчетное число Маха ВхУ равняется 3,5. Число панелей принято равным 3, суммарный угол наклона панелей на расчетном режиме 25 градусов.

Расчет коэффициента внешнего сопротивления кормовой части мотогондолы основан на алгебраических зависимостях, обобщающих результаты численных и экспериментальных исследований регулируемых выходных устройств. Сопротивление кормовой части мотогондолы складывается из сопротивления базовой хвостовой части (усеченного конуса) и поправки на присутствие реактивной струи, которая учитывает изменение давления во внешнем потоке в области среза гондолы. Кормовая часть мотогондолы представляет собой наружную поверхность усеченного конуса с изменяемым углом наклона образующей. Для размещения гидроцилиндров и других узлов, принято, что диаметр миделя мотогондолы составляет 1,25 от диаметра ФК. Площадь критического сечения сопла изменяется в зависимости от числа М полёта по линейному закону. Принято, что максимальное значение диаметра среза сопла соответствует диаметру миделя гондолы.

Расчет параметров СУ показал, что в крейсерских условиях (Н=23 км, М=3,5) на режиме полного форсажа значение удельного расхода топлива, рассчитанного по внутренним параметрам двигателя, равняется 2,54 кг/(кгс*ч). Соответствующее значение эффективного удельного расхода топлива составляет 2,58 кг/(кгс*ч). Взлётное значение удельного расхода топлива составляет 0,78 кг/(кгс*ч).

В ходе расчетов высотно-скоростных характеристик получено, что при числах Маха полёта до 0,5 внешнее сопротивление элементов СУ не оказывает существенного влияния на потери эффективной тяги. При полётных числах М от 0,9 до 1,5 потери эффективной тяги составляют от 10 до 30 % от внутренней тяги двигателя. С увеличением высоты полёта выше 16 км и скорости полёта выше М=2,5 потери эффективной тяги уменьшаются до 3-5 % от внутренней тяги.

При исследовании дросселирования двигателя в условиях трансзвукового полёта (Н=11 км, М=1,3) на бесфорсажном и форсажном режимах получено, что дросселирование двигателя на 40 % по внутренней тяге на бесфорсажном режиме (с поддержанием постоянной величины критического сечения сопла) приводит к увеличению внешнего сопротивления ВхУ в 1,5 раза, что вызвано уменьшением расхода воздуха через двигатель. При этом сопротивление кормовой части мотогондолы за счет увеличения угла наклона образующей увеличивается на 12 %. При дросселировании двигателя на форсажном режиме (за счет уменьшения расхода форсажного топлива) сопротивление ВхУ практически не изменяется ввиду постоянства расхода воздуха через двигатель. Сопротивление кормовой части мотогондолы при этом увеличивается почти в 3 раза.

Выполнены расчеты внутренних и эффективных характеристик СУ при дросселировании двигателя в крейсерских условиях полёта на форсажном режиме. Уменьшение тяги двигателя достигается уменьшением расхода форсажного топлива. Получено, что увеличение удельного расхода топлива ввиду внешнего сопротивления СУ не превышает 2-5 %, так как режим работы входного устройства близок к расчетному.

Численное моделирование и расчет характеристик турбины и реактивного сопла малоразмерного газотурбинного двигателя

Алпатов И.В.
Научный руководитель — Боровиков Д.А.
МАИ, Москва
alpatovivan@gmail.com

Получение характеристик турбины натурным экспериментом требует создания инфраструктуры для проведения испытаний, виртуальные же позволяют удешевить и ускорить процесс разработки, задействуя гораздо меньшее количество ресурсов. Одновременно с этим, использование численных методов, позволяет получить характеристику турбины, как при её отдельном расчете, так и при совместном с другими компонентами. В совокупности это дает возможность сильно сократить цикл разработки двигателей ЛА или доводки уже существующих агрегатов.

Целью данной работы было получение характеристики турбины в широком диапазоне рабочих режимов для последующего использования при моделировании динамики двигателя и ЛА при выполнении полётных задач.

В качестве двигателя, на основе которого проводилось исследование, был выбран двигатель Pegasus. Для первого приближения расчетов были выбраны его реальные рабочие параметры расхода воздуха, оборотов, температуры на входе в турбину и значения критики реактивного сопла

Для получения необходимой точности расчетов была построена сетка высокой точности с низкими значениями y+ на стенке с использованием модулей Turbo Mesh для соплового аппарата и рабочего колеса турбины, и в случае для реактивного сопла использовался модуль Mesh, чтобы избежать ошибок в создании сетки при перестроении геометрии модели во время изменения значения критики.

В итоге полученная модель показала достаточно высокую сходимость решения и совпадения с реальными характеристиками двигателя-прототипа.

Были получены зависимости приведенного расхода от оборотов и перепада на турбине. При этом была получена достаточно высокая скорость расчетов одного режима, что было обеспечено за счет качественного задания начальных и граничных условий, а также параметров сетки.

Список литературы:

1. Д.А. Боровиков, И.Н. Боровик, А.В. Ионов, С.Е. Тезиков. Разработка и анализ характеристик двухконтурного малоразмерного воздушно-реактивного двигателя // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева №3 (50), 2019

2. Ионов А.В., Боровиков Д.А., Минин А.К., Алпатов И.В. Разработка программного обеспечения сквозного проектирования малоразмерных авиационных двигателей // Сборник тезисов докладов 18-й Международной конференции «Авиация и космонавтика — 2019», 19 — 22 ноября 2019. Москва. — Типография «Логотип», 2019. С. 53 — 54.

3. Наталевич А.С. Воздушные микротурбины. М.: Машиностроение, 1979. 192 с.

4. Малоразмерный ГТД для лёгкого беспилотного летательного аппарата / В. А. Сыченков, А. С. Лиманский, В. В. Анкудимов [и др.] // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации: сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф., г. Иркутск, 19 окт. 2018 г. — Иркутск, 2018. — С. 89-95.

5. Ростопчин В.В. Микро-ТРД для беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс]. URL: http://www.uav.ru/articles/micro_trd.pdf (дата обращения: 2.02.2020).

Анализ тенденций развития силовых агрегатов для скоростных летательных аппаратов

Аль Дарабсе А.М., Миллер В.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Аль-Дарабсе Е.В.
УлГТУ, Ульяновск
amersamarah4@gmail.com

Разработка высокоскоростных самолётов, способных совершать длительные активные полёты в атмосфере на скоростях, соответствующих числам Маха M> 5, является одной из актуальных проблем в области аэрокосмической техники, предназначенной для высокоскоростной транспортной авиации и освоения космоса. Решение этой проблемы невозможно без разработки двигателей, обладающих в несколько раз большей эффективностью, чем ракетные двигатели. Подсчитано, что струйные двигатели для гиперзвуковых скоростей полёта кажутся наиболее экономичными для силовых установок высокоскоростных летательных аппаратов различных классов.

Период проектов глобальных аэрокосмических систем, таких как Национальный Аэрокосмический Самолёт (США), Японский Аэрокосмический Самолёт (Япония), Гиперплоскость (Индия), Китайский Аэрокосмический Самолёт (Китай), Zanger (Германия), STS -2000 (Франция), Ту-2000, МАКС (Россия) закончились, когда стало очевидно, что ключевым элементом рассматриваемых самолётов была силовая установка, которая не была должным образом разработана. Это, в свою очередь, привело к новым фундаментальным и прикладным исследованиям демонстраторов скоростных прямоточных машин, интегрированных с экспериментальным летательным аппаратом. Целью большинства работ был выбор технического внешнего вида, а также подтверждение его эффективности и устойчивости на гиперзвуковых скоростях полёта (M> 5).

Наибольший прогресс в области автономных (после отрыва от ускорителя) летных испытаний демонстраторов силовых установок на базе космического аппарата в сочетании с экспериментальным летательным аппаратом наблюдается в США. До настоящего времени в США проводились летные испытания для демонстраторов космических реактивных двигателей в сочетании с экспериментальными летательными аппаратами X-43A, Демонстрационной программой для гиперзвуковых полётов (HyFly) [9], Free Flight Vehicle, X-1A. Подобные проекты интегрированных гиперзвуковых демонстраторов для автономных летных испытаний высокоскоростных реактивных двигателей разрабатываются в России, Франции (LEA), Индии (HSTDV — Hypersonic Technology Demonstrator Vehicle), Китае и других странах, но ещё не запущены в полёт. тесты.

Рассмотрены и проанализированы известные программы разработки демонстраторов высокоскоростных самолётов с силовыми установками. Отражены основные тенденции развития силовых установок для демонстраторов скоростных самолётов. Анализируются проблемы разработки космического аппарата и пути их решения.

Также на установке C-16VK были проведены испытания интегрированных моделей «Самолёт и двигатель». Для модели установки X-2000 при «малых» гиперзвуковых числах Маха была получена положительная эффективная тяга, создаваемая модельным двигателем при интеграции с экспериментальным самолётом. Во время испытания датчики обнаружения продольной силы сначала показали сопротивление экспериментального объекта. После подачи топлива и реализации процесса сгорания было зафиксировано превышение силы, создаваемой двигателем-демонстратором в сочетании с экспериментальным самолётом, над сопротивлением экспериментального объекта. В ходе испытаний газообразный водород и природный газ использовались в качестве топлива. Представленные экспериментальные данные убедительно подтверждают эффективность тяги скрамджета, интегрированного с летательным аппаратом на «малых» гиперзвуковых числах Маха.

Анализ работ показывает, что важной задачей при разработке гиперзвукового летательного аппарата является разработка ПВРД для гиперзвуковых скоростей полёта. Первые работы в области разработки таких двигателей были опубликованы в 1957 году

профессором Вольсковом. Большой объем вычислительно-теоретических и экспериментальных исследований позволил реализовать несколько международных программ с летными экспериментами (в России, США, Австралии).

Наиболее важными при разработке прямоточных двигателей для гиперзвукового полёта являются технологии проектирования траектории движения двигателя, технологии эффективного сгорания топлива и управления рабочим процессом, технологии охлаждения высокотемпературных камер сгорания, технологии создания нового двигателя. и компоненты двигателя на основе высокотемпературных материалов и покрытий, а также технологии летных и наземных испытаний.

Список литературы:

1. АЛЬ-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В., Миллер В.В. Роль искусственного интеллекта в роботехнике. // В сборнике: Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы — Биомедсистемы-2019 Сборник трудов XXXII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов. Под общей редакцией В.И. Жулева. 2019. С. 638-641.

2. Аль-Дарабсе А.М.Ф. Проблемы программного обеспечения в авиационных системах. // В сборнике: Проблемы технического сервиса в АПК Сборник научных трудов II студенческой всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 7-15.

Нестационарные эффекты в современных авиационных двигателях

Асланов А.Р., Асланов А.Р.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва
asvar.aslanov96@mail.ru

Криогенное топливо в авиации имеет ряд особенностей по сравнению с авиационным керосином. Криогенное топливо, имеет большой хладоресурс и работоспособность до его сжигания, а также большую теплоту сгорания чем у керосина. Наиболее перспективным криогенным топливом является сжижений природный газ (далее — СПГ), состоящий в основном из метана.

Криогенная топливная система (КТС) состоит из криогенного топливного бака, подкачивающего насоса, турбонасосного агрегата и теплообменного аппарата (ТА) газификатора.

Для проведения расчетно-теоретических исследований разработана математическая модель криогенной топливной системы. Основными параметрами являются: давление, температура, объемный расход, гидравлические потери, а также рассчитывается масса каждого элемента.

Переходные режимы полёта, например, руление-взлет, длятся от нескольких долей секунд до нескольких секунд. Такие режимы с точки зрения тепловых и гидродинамических процессов являются существенно нестационарными. Применение т.н. квазистационарного подхода, когда коэффициент теплоотдачи и гидродинамического сопротивления рассчитываются по мгновенным параметрам, может привести к ошибке в расчетах более 100%. Эксперименты показывают, что при смене режима работы двигателя, т.е. массового расхода жидкого топлива, могут возникать кратковременные скачки по теплоотдаче и гидравлическим сопротивлениям из-за изменения турбулентной структуры течения.

В процессе формирования облика КТС геометрические размеры элементов топливной системы, масса топливной системы, потери криогенного топлива и т.п. с контролем обеспечения работоспособности всех элементов топливной системы и двигателя должны определяться с учетом нестационарных процессов.

В работе получены результаты, показывающие существенный рост коэффициентов теплоотдачи и гидравлического сопротивления в момент вывода двигателя на взлётный режим. Причиной такого изменения является перестройка структуры турбулентного течения в гидродинамически нестационарных условиях. Коэффициент теплоотдачи может превышать

значения, рассчитанные по стационарным зависимостям более 2-х раз, а коэффициент гидравлического сопротивления — более 3-х раз. Указанное отличие приводит к существенным нарушениям работы всей криогенной топливной системы, и может привести к отказам в работе.

Результаты расчетов показывают границы применимости квазистационарного подхода в зависимости от времени срабатывания топливной арматуры и диаметра топливных магистралей. В качестве решения авторы предлагают при нестационарных процессах продолжительностью менее 5 сек применять трубопроводы наименьшего диаметра и/или увеличивать мощность подкачивающих насосов.

Расчетное исследование характера обледенения воздухозаборника авиационного двигателя

Беспятых А.С.
Научный руководитель — член-корреспондент, д.т.н. Иноземцев А.А.
ПНИПУ, Пермь
aleksa.kovyrzina@gmail.com

Образование льда на элементах планера самолёта и силовой установки при полётах в условиях обледенения является одним из наиболее значимых факторов природного воздействия, оказывающих существенное влияние на безопасность полётов. Обледенение является крайне сложным физическим процессом, которое чрезвычайно трудно смоделировать, даже проводя дорогостоящие натурные испытания. В настоящее время непрерывно повышаются требования к качеству проектирования и времени выхода конечного продукта на рынок, определяющие его конкурентоспособность. И в условиях перманентного ужесточения требований к безопасности полётов авиационная отрасль сосредоточена на проблемах, в том числе, связанных с образованием кристаллов льда на большой высоте и переохлажденными большими каплями.

Воздушные судна осуществляют полёты на высотах, где неблагоприятные метеорологические явления, такие как облака с кристаллами льда встречаются достаточно редко и их можно избежать. Но во время взлета и посадки самолётам приходится пересекать атмосферные слои, где неблагоприятные условия для полёта могут возникнуть в самое неподходящее время. Образование во время полёта на поверхности планера самолёта ледяных наростов приводит к изменению его аэродинамических характеристик, мешает работе органов управления, увеличивает вибрацию и нагрузку отдельных элементов. Образование ледяных наростов на элементах силовой установки приводит к изменению характера её обтекания и ухудшению условий работы двигателя, при этом, образовавшиеся на входном устройстве (воздухозаборнике) куски льда могут попасть в двигатель и привести к существенным повреждениям [1].

Для защиты воздухозаборника при полётах в условиях обледенения используются различные противообледенительные системы, которые должны быть сертифицированы для обеспечения безопасности полёта при известных условиях обледенения.

Для обеспечения безопасности полётов самолёта в условиях обледенения в случае применения системы защиты от обледенения должно обеспечиваться периодическое удаление образующегося на поверхности воздухозаборника двигателя льда в объеме неопасном для попадания в двигатель во всех ожидаемых условиях обледенения.

Для проведения численного моделирования процессов обледенения сформулирована концептуальная постановка рассматриваемых процессов, реализуемых в три этапа: газодинамический этап, жидкостный этап, этап ледообразования. По результатам расчетного исследования описана математическая модель образования льда на базе известных физических зависимостей, отработана методика численного моделирования воздухозаборника авиационного двигателя в различных условиях обледенения. В работе определен наиболее опасный (характерный для полёта широкофюзеляжного дальнемагистрального самолёта) режим обледенения воздухозаборника авиационного

двигателя, получены зависимости максимальной скорости нарастания льда на поверхности воздухозаборника от числа Маха полёта самолёта.

Результаты данного исследования можно использовать для дальнейшей разработки методики моделирования работы систем защиты от обледенения.

Список литературы:

1. Иноземцев, А. А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учеб. / А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. — Москва: Машиностроение, 2008. — Т. 2. — 368 с.

Математическое моделирование динамики гибридной силовой установки в системе летательного аппарата

Боровиков Д.А.
МАИ, Москва
deman.994@yandex.ru

Современные ГТД классических схем близки к своему совершенству, дальнейшее улучшение термодинамических параметров и увеличение КПД узлов приносит все меньше выгоды при все больших затратах. Следующее поколение авиационных двигателей должно обладать новыми свойствами, которые позволят им иметь преимущество над современными двигателями. Рядом таких преимуществ, а именно пониженным расходом топлива, повышенным ресурсом и надежностью может обладать гибридная силовая установка, интерес к которым активно развивается в последнее время [1, 2].

В данной работе была составлена динамическая модель ТВД мощностью 735 кВт в составе гибридной СУ в системе многоцелевого самолёта для местных воздушных линий.

Было выполнено математическое моделирование работы СУ в течении типового полётного цикла, проведено сравнение интегральных показателей с гибридной СУ.

Также было выполнено математическое моделирование ситуация отказа газотурбинной части и последующей штатной посадки на электрической части СУ.

Результаты математического моделирования показали, что использование гибридной СУ может снизить расход топлива в случае если цикл полёта предусматривает эксплуатацию двигателя на режимах отличных от крейсерского. Помимо этого, эксплуатация двигателя в составе гибридной СУ позволяет исключить режимы с повышенными оборотами и температурой газа, что позволит увеличить ресурс такого двигателя.

Были рассчитаны необходимые параметры АКБ, соответствующих современным. Рассмотрена эксплуатация в гибридном режиме и обеспечение посадки на электродвигателе. Так для обеспечения штатной посадки многоцелевого самолёта с расчетной мощностью СУ 735 кВт потребуется АКБ емкостью 132 кВт*ч, что соответствует 710 кг. веса при современном уровне АКБ.

Список литературы:

1. А.М.Ф. Аль-Дарабсе, Е.В. Маркова, Т.В. Денисова, моделирование турбовинтовой гибридной электрической двигательной установки, российский электронный научный журнал № 2(32), 2019.

2. С.М. Каленский, Т.А. Морзеева, Ю.А. Эзрохи, Силовые установка нетрадиционных схем для перспективных магистральных самолётов нового поколения, Труды ЦИАМ №1359, 2019.

Моделирование завесной пелены при дискретном вдуве на спинке и корытце турбинной лопатки в условиях применения V-образных выемок

Брезгина А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Лебедев В.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
anya.brezgina1@gmail.com

Экспериментально выявлено локальное повышение эффективности пленочного охлаждения при использовании на стенке интесификаторов теплообмена — V-образных выемок, располагаемых за дискретными отверстиями на спинке и корытце модели сопловой лопатки турбины высокого давления [1]. Наиболее эффективным оказалось использование за отверстиями двух последовательно расположенных рядов выемок, слитых в сплошные зигзагообразные линии. Но экспериментальные исследования обеспечили условия подобия лишь по числу Рейнольдса для решетки и по параметру ускорения основного потока в окрестности расположения отверстий для вдува охладителя. Числа Маха при этом не моделировались.

Проверка наличия локального повышения эффективности завесного охлаждения при использовании на поверхности сопловой лопатки V-образных выемок, в условиях по числам Маха по выходу из сопловой решетки, равным M=0,8 проведена с использованием численного RANS-моделирования в ANSYS CFX 19.0. Для этого разработаны две расчетные модели, которые позволили получить данные о завесном охлаждении в окрестности передней кромки на спинке и корытце лопатки за рядом из пяти отверстий с диаметром отверстий и шагом их в ряду, соответствующим опытной лопаточной решетке. Первая модель не содержала V-образных выемок, вторая модель учитывала V-образные выемки. Исследование эффективности использования на поверхности сопловой лопатки V-образных выемок велось сопоставлением результатов, полученных на моделях в идентичных условиях.

В результате численного моделирования в условиях, идентичных по числу Маха, получены аналогичные опытным данным локальные повышения эффективности завесного охлаждения при использовании V-образных выемок за рядами отверстий на спинке и корытце лопатки. Показано, что под действием V-образных выемок происходит формирование системы вихрей противоположного направления вращения, создающей у стенки условия для накопления вдуваемой охлаждаемой среды, чем и объясняются полученные эффекты.

Список литературы:

1. Ремизов А.Е., Лебедев В.В., Лебедев О.В. Экспериментальное исследование завесного охлаждения поверхности турбинной лопатки в окрестности передней кромки с использованием за отверстиями V-образных выемок// Вестник РГАТУ им. П.А. Соловьёва. — 2019. — №2 (49) С. 8-14.

Обзор разработок в сфере электрических самолётов и двигателей

Будаева В.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Иноземцев А.А.
ПНИПУ, Пермь
tori_93@bk.ru

Учитывая требования к экологичности авиационного транспорта, которые с течением времени становятся более жесткими, можно предположить, что в недалеком будущем требования к эмиссии будут настолько высоки, что традиционные турбореактивные двигатели не смогут успешно их выполнять. Несмотря на существенное повышение топливной эффективности современных двигателей, использующих ископаемое топливо, на данный момент не существует реальной альтернативы экологически чистого топлива. По этим причинам, все большее число авиа и двигателестроительных компаний высказывают свой интерес к поиску путей снижения негативного влияния авиации на окружающую среду.

Одним из таких набирающих популярность направлений является электрификация летательных аппаратов на разном уровне: от электрических стартеров-генераторов до гибридно-электрических и полностью электрических самолётов. Для маломестных летательных аппаратов такие технологии уже применяются как на этапах летных испытаний, так и в уже используемых учебных самолётах.

Дальнейшим этапом развития электрификации самолётов станет создание более или полностью электрического самолёта для коммерческой авиации. В настоящий момент существуют значительные ограничения в массовой энергоемкости аккумуляторных батарей и технологии должны сделать огромные скачки для применения аккумуляторов на коммерческих самолётах.

Исходя из того, что подходы к электрификации самолётов и двигателей у различных разработчиков отличаются, целесообразно провести обзор существующих программ разработок и планируемых проектов электрических и более электрических самолётов и двигателей.

В работе проведен обзор программ создания полностью и более электрических самолётов и двигателей по данным компаний Airbus, Boeing, Rolls-Royce, Safran и др. Установлено, что создание электрического самолёта и двигателя является стратегическим направлением развития авиационной техники. В частности, по мнению компании Safran в ближайшем будущем полёты будут возможны только на гибридных или электрических силовых установках [1]. Результаты могут использоваться для дальнейшей разработки методики моделирования системы электрического самолёта и двигателя.

Список литературы:

1. Safran Studying Hybridization To Right-Size Helicopter Engines / Текст: электронный // Aviation Week. — 6.02.2017. — режим доступа: по подписке. — URL: https://aviationweek.com/defense-space/safran-studying-hybridization-right-size-helicopter-engines (дата обращения: 10.02.2020)

Проведение исследований гидравлических агрегатов на испытательной базе серийного предприятия отрасли

Валынга С.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва
Sergey.Valynga@yandex.ru

Тема исследования является актуальной для авиационной отрасли. В данный момент многие серийные предприятия получают лицензию на разработку новых изделий, в связи с этим вводятся в штат конструкторские бюро, научно-исследовательские отделы и экспериментальные подразделения, которые занимаются научно-исследовательскими работами.

Данное веяние связано с желанием предприятий организовать на своей базе полный цикл изготовления выпускаемой продукции.

В данной работе проведены исследования гидравлических агрегатов топливной автоматики авиационных двигателей с целью обеспечения возможности проведения конструкторско-доводочных и исследовательских работ на предприятии, ориентированном на серийный выпуск изделий.

Объектом исследования является стендовая испытательная база серийного предприятия выпускаемого топливо-регулирующую аппаратуру, устанавливаемую на различные авиационные двигатели.

В ходе исследования проведен анализ имеющейся стендовой базы предприятия, разработаны программы модернизации испытательных стендов и программы испытаний для обеспечения проведения конструкторско-доводочных и исследовательских работ с агрегатами.

Автор разработал программу модернизации стенда. В программе модернизации необходимо было разработать схему испытательного стенда с учетом требований, предъявляемых при исследовании агрегатов, указать необходимые дополнительные трубопроводы и места их подключения, а также оборудование для замера расхода топлива через агрегат, места замеров и уровни давлений топлива, подводимых к агрегатам.

По окончанию исследования сделан вывод о том, возможно ли проводить исследовательские работы на серийных предприятиях отрасли, какие условия существуют для проведения исследований, какие трудности возникли при проведении исследовательских работ, а также какие существуют положительные аспекты при проведении исследований.

В ходе данных исследований на стендах серийного предприятия получены следующие результаты:

Трудности возникающие при проведении исследования:

• Отсутствие необходимого высокоточного оборудования на испытательных стендах серийного предприятия;

• Проведение исследований на испытательных стендах возможно проводить только в промежутки времени между работами по сдаче серийной продукции;

• Ввиду малого количества квалифицированных специалистов производственных служб на испытательных стендах предприятия все работы необходимо проводить под постоянным конструкторским контролем.

Положительный аспект заключается в том, что уже существует испытательная база, которая требует точечных доработок для выполнения научно-исследовательской работы, что значительно сокращает затраты на проведение исследований.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что конструкторско-доводочные и исследовательские работы проводить на серийных предприятиях возможно, но с учетом возникающих трудностей, время проведения исследований сильно увеличивается.

Для проведения успешных исследований гидравлических агрегатов топливной автоматики авиационных двигателей необходимо:

• Проводить исследования на научно-производственных предприятиях соответствующей отрасли;

• Организовать на серийном предприятии научно-производственную базу с высококвалифицированным персоналом.

Расчёт теплового состояния форсажной камеры газотурбинного двигателя

Грунин А.Н., Алендарь А.Д., Ремчуков С.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Силуянова М.В.
МАИ, Москва
grunin.anton@mail.ru

К современным авиационным двигателям предъявляют высокие требования по обеспечению высокой эффективности и увеличению ресурса наиболее теплонапряженных элементов, к которым относятся форсажные камеры, ввиду постоянного роста параметров газового потока.

В данной работе была проведена проверка работоспособности системы охлаждения форсажной камеры на наиболее теплонапряженных режимах работы двигателя.

Расчёт теплового состояния осуществлялся по длине форсажной камеры пошагово в маршевом направлении по оси x. На каждом участке на основе уравнений расхода и теплового баланса определяются неизвестные параметры. В качестве исходных данных были выбраны следующие геометрические параметры: длина форсажной камеры 1,1 м; диаметр — 1,4 м. Выбор длины форсажной камеры основывался на проведенном анализе основных размеров газотурбинных двигателей отечественного и зарубежного производства. Отбор воздуха в подэкранное пространство составил 12 % от общего расхода воздуха на входе в двигатель. Экран форсажной камеры представляет собой перфорированную стенку с отверстиями диаметром 0,001 м и толщиной 0,002 м. Поверхностная плотность отверстий составила 5

отверстий на один квадратный сантиметр. Выбор этих параметров обеспечивает устойчивое тепловое состояние системы охлаждения форсажной камеры.

Условием начала вдува охлаждающего воздуха (перфорации) являлось достижение горячей поверхности стенки предельной температуры (на режиме полного форсажа 1050 °С, на режиме частичного форсажа 830 °С), которая определяется термической прочностью для материала экрана форсажной камеры со стороны теплового потока. Предварительно, до достижения данной температуры, охлаждение осуществляется только за счёт конвективной составляющей.

По результатам проведенного исследования было выявлено, что температура стенки по всей длине не превышает допустимого значения, не смотря на достижения высоких температур. Вероятность прогара жаровой трубы минимальна ввиду отсутствия перетекания горячего воздуха в канал системы охлаждения, так как по всей длине системы охлаждения форсажной камеры сохраняется приемлемый перепад статического давления. Следовательно, исключается возможность местного повышения температуры стенки.

Таким образом, система охлаждения форсажной камеры обеспечивает приемлемое тепловое состояние на всех режимах работы газотурбинного двигателя в условиях высокоскоростного полёта, гарантирующую длительную работу форсажной камеры.

Проектирование газотурбинного двигателя перспективной схемы

Дедушев Д.С.
Научный руководитель — Филинов Е.П.
Самарский университет, Самара
Deduchev.danil93@gmail.com

В настоящее время при создании какого-либо двигателя ставятся определенные задачи: экономичность, надежность, простота в обслуживании, а также обеспечение различных требований по нормам ICAO.

Но становится все сложнее кардинально улучшить существующие двигатели, поэтому нужно разрабатывать новые принципы работы двигателя либо глубоко модернизировать старые конструкции.

Представленные выше примеры показывают, что задача изменения конструкции ТРДД актуальна. Важным является вопрос, каким способом этого достичь.

Меняя одни лишь параметры рабочего процесса двигателя, прорыва не сделаешь, поэтому нужен более серьезный подход.

Необходимо изменять конструкцию двигателя, усовершенствовать материалы для изготовления деталей. Но как понять, с чего нужно начинать, от чего отталкиваться. Самый простой способ увеличения экономичности двигателя, это уменьшение массы самого двигателя, нужны более легкие материалы, но не должна пострадать прочность изделий, иначе мы проиграем в ресурсе.

Меняя один параметр, неизбежно затрагивается другой. Но есть и более сложный вариант модернизации двигателя — вовлечение новых технологий в конструкцию уже существующего двигателя. Например, применение редуктора вместо турбины среднего давления в конструкции трёхвальных двигателей.

Преимущество трёхвальной схемы над двухвальной следующие:

Запуск двигателя осуществляется за счет раскрутки КСД, что требует минимальной затраты мощности (требуемая мощность на запуск двигателя с трехвальной схемой примерно на 40 % меньше, чем для двух вальной).

Трёхвальная схема не требует значительного подъема втулочного сечения на выходе из вентилятора по сравнению с двухвальной схемой с подпорными ступенями, что позволяет несколько увеличить расход воз духа через вентилятор без увеличения его диаметра.

В данной работе были отработаны методы термогазодинамического расчета, и оптимизация параметров рабочего процесса нового двигателя компании Pratt & Whitney — PW 1000G.

Рассмотренные в работе методы позволяют получить более высокие характеристики ТРДД, улучшить его экономичность в системе летательного аппарата.

Основная цель работы заключается в анализе новой конструкции, выявления главных преимуществ над старыми схемами ТРДД и учет недостатков при модернизации в последующих версиях двигателя 1000G.

Исследование финишной обработки незакрепленным абразивом применительно к деталям гидро-пневмо-агрегатов

Джаджарми М.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бойцов А.Г.
МАИ, Москва
maziyar_jj@yahoo.com

Обеспечение жестких требований по точности и качеству деталей гидро-пневмо агрегатов авиационной техники представляет сложную проблему, обычно решаемую трудоемкой многоэтапной доводкой алмазными пастами и суспензиями.

В настоящей работе исследуется возможность замены доводочных операций операциями, выполняемыми закрепленным абразивом.

Для рационального выбора зернистости, связки, технологических режимов и условий обработки закрепленным абразивом была разработана методика, основанная на использовании станка с ЧПУ и специального технологического и программного обеспечения, позволяющего задавать различную траекторию перемещения абразивного бруска по плоской поверхности образца, регулировать величины скорости и давления на обрабатываемую поверхность. Величины съема металла и износа абразивного инструмента определялись взвешиванием, шероховатость обработанной поверхности — профилометрированием, а топография поверхностей оптической микроскопией. Такая методика позволяет значительно снизить трудоемкость и стоимость проведения исследований, которые по традиционным методикам, применяемым для хонингования и суперфиниша, требуют изготовления специального дорогостоящего инструмента и оборудования.

Для реализации методики были разработаны гибкие управляющие программы, позволяющие в параметрическом виде задавать параметры траектории перемещения инструмента с имитацией движений, характерных для процессов хонингования и суперфиниша и более сложных движений, необходимых для повышения качества обработанной поверхности.

Исследования выполнялись на закаленной инструментальной легированной стали Х12М. При проведении исследований варьировались следующие параметры: зернистость алмазных абразивных брусков и концентрация абразива, тип связки, давление в контакте, тип СОЖ. Были получены зависимости и закономерности, связывающие условия обработки с производительностью, шероховатостью поверхностей и износом инструментов для металлических, гальванических, органических и гибридных связок.

Исследованы особенности топографии обработанных поверхностей связанные с характером и скоростью относительных движений инструмента и образцов. Показано что применение инструмента на органических связках на заключительных этапах финишной обработки позволяет получать поверхности с шероховатостью до Ra = 0,05 мкм.

Апробация разработанной методики показала, что она может эффективно использоваться при отработке технологий финишной обработки закрепленным абразивом, исследовании эффективности новых связок, СОЖ, абразивов, оптимизации технологических режимов и условий финишной обработки.

Выбор и оптимизация конструкции и параметров рекуператоров, устанавливаемых в выхлопной части малоразмерных авиационных ГТД

Довгун Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нестеренко В.Г.
МАИ, АО «МПО им. И. Румянцева», Москва
dovgynjenya@yandex.ru

Рассматриваются конструкции и параметры рекуператоров перекрестного тока с поворотами подогреваемого воздуха, отбираемого за компрессором, горячими выхлопными газами, с целью повышения его температуры на входе в камеру сгорания и снижения расхода топлива, необходимого для получения требуемого уровня температур газа на выходе из камеры сгорания перед турбиной газогенератора.

На первом этапе этой работы было проведено расчетное исследование по влиянию на величину снижения удельного расхода топлива, температуры газа на входе в турбину, выбираемой в пределах 1230-1500 К, степени повышения давления в компрессоре изменяемой в диапазоне 6,6 – 11, степени рекуперации, определяемой по соотношению разницы температур воздуха на выходе из рекуператора и за компрессором отнесенная к разности температур за турбиной и на выходе из камеры сгорания. Эта величина изменялась от 0,4 до 0,89. В результате этого исследования получены зависимости, позволяющие определить оптимальные термодинамические параметры рекуператоров различного типа.

На втором этапе работы рассматривалась проблема оптимизации схемы движения, эфективности повышения температуры закомпрессорного воздуха и обеспечения минимальной величины потери его давления на выходе из рекуператора, на основе исследования геометрии и характеристик рекуператоров фирмы Honeywell AGT-1500, ТВЛД Rolls-Rouse 20-C30R/3, нескольких проектов отечественных ГТД, проектов ТВД АЛ-34, ТВ-0-200, ГТД 350 и демонстратора ГТД-1 «Салют». Проблемой реализации минимальной массы пластинчатых рекуператоров в конструкции ГТД являются трудности герметизации соединений тонкостенных пластин толщиной 0,1 – 0,3 мм, поскольку в процессе работы рекуператора, в местах их стыков возникают трещины. Разработана специальная конструкция такого соединения, которая снижает величину температурного градиента в таких соединениях. В настоящее время широкое распространение получил комбинированный трубчато-пластинчатые рекуператоры фирмы Rolls-Rouse (разработчик рекуператора компания Frontline aerospace США). Однако эти рекуператоры не имеют столь большой эффективности, как рекуператоры с пластинами типа Френкеля.

Установка рекуператора позволяет повысить экономичность ГТД примерно на 40% в зависимости от выбранной температуры газа перед турбиной и величины давления воздуха за компрессором, эта зависимость представлена в данной работе.

Исследование процесса ползучести лопаток турбокомпрессора в процессе эксплуатации наземных газотурбинных установок газоперекачивающих агрегатов

Жегалов В.М.
Научный руководитель — Парамонов А.А.
3-я научная рота КВ ВКС, Красногорск
zhegalov.1997@mail.ru

Развитие современного двигателестроения сопровождается постоянным ростом требований к надёжности, повышению ресурса, эксплуатационной и ремонтной пригодности двигателя. Одним из методов повышения данных задач является пролонгация межремонтного сервисного обслуживания заводом-изготовителем.

В данной работе в качестве исходного объекта используется наземная газотурбинная установка НК-12СТ, созданная на базе авиационного турбовинтового двигателя НК-12МВ, которая работает в составе газоперекачивающего агрегата ГПА-Ц-6,3 компрессорных станций магистральных газопроводов большой протяженности.

Эффективность работы двигателя в процессе эксплуатации, его надежность и ресурс зависят прежде всего от таких характеристик как надежность конструкции, стойкость и выносливость материала самых нагруженных деталей и узлов. В данном проекте в качестве исходного объекта используется рабочая лопатка ротора газовой турбины.

Рассмотрена и описана конструкция лопатки, построена её номинальная геометрическая 3D-модель в CAD-системе «NX». Рассмотрено действие осевых сил инерции, температурных, статических и динамических нагрузок, действующих на лопатку в процессе её жизненного цикла на основных режимах работы турбины и двигателя в целом. Произведен первый комплексный анализ состояния лопаток после наработки 3500 часов в составе авиационного двигателя во время первого капитального ремонта. Сравнено состояние с вновь изготовленной лопаткой. Также произведен второй комплексный анализ состояния после 5000 наработанных часов. Далее рассмотрена та же самая лопатка после установки её в состав газотурбинной установки с выработкой ресурса 30000 часов.

Идея работы сводится к тому, что возможно продление ресурса лопатки до 50000-53000 часов без её дальнейшей замены для доработки назначенного ресурса двигателя 50000 часов. Достигается это тем, что восстанавливаются механические свойства штамповочных лопаток, выполненных из жаропрочного сплава «ЭИ-598». Решается проблема с появлением ползучести, удлинения пера лопатки, которое изменяя геометрию пера, влечет изменение газодинамического потока, уменьшению производительности ступени и турбины в целом, сбою работы двигателя по причине задевания верхней кромки о наружное кольцо соплового аппарата. В технологический процесс ремонта лопатки перед операцией «термопластическое упрочнение» предлагается ввести операцию «старение» по серийной технологии изготовления, которое позволит восстановить кристаллическую решетку, увеличив твердость и прочность по всему сечению лопатки и снять напряжения на замковую часть.

Заключение: Увеличение ресурса наземной газотурбинной установки, тем самым получена экономическая выгода от того что на доработку ресурса отпадает необходимость ставить новые и или подходящие по наработке лопатки. Получены свойства и структура материала, которые позволяют обеспечить надежность и прочностные характеристики лопатки и турбины как узла в целом для его бесперебойной работы.

Расчёт течения во внутренних полостях компрессора высокого давления в турбореактивном двухконтурном двигателе с форсажной камерой сгорания

Жуков Д.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Солнцев М.В.
МАИ, Москва
arvaindel@gmail.com

В связи с развитием компьютерной техники и программ для расчетов, совершенствуются методы и точность расчетов полостей воздушно-реактивных двигателей, которые на данных момент позволяют совместить в единую расчетную схему предварительный теплогидравлический и трехмерный расчеты. Трехмерный расчет необходимо проводить в связи с трёхмерной структурой течения потока, вызванной «Эффектом плавучести газа» (области газа с различными температурами начинают перемещаться в поле массовых сил).

Целью данной работы является создание методики расчета течения во внутренних полостях компрессора высокого давления.

Актуальность работы.

Результатом выполненной работы станут распределения температур во внутренних полостях компрессора высокого давления, что позволит оценить влияние эффекта плавучести газа на поток, а также уточнить запас прочности дисков компрессора.

Предметом исследования является реальная конструкция воздушно-реактивного двигателя АЛ-41Ф-1С, на основании которой была построенная расчетная область, а также газодинамический расчет проточной части на режиме H=0, M=0.

Для достижения цели необходимо решить ряд задач:

1. Изучить особенности течения газа во вращающихся полостях
2. Провести предварительный теплогидравлический расчет вторичных полостей двигателя
3. Создать трехмерную математическую модель вращающих полостей компрессора
4. Провести анализ полученных данных и дать рекомендации которые призваны сократить время последующих расчетов на предприятии.

В результате проведенных исследования были получены распределения температур, которые позволяют сделать выводы о целесообразности проведения расчета течения газа в полостях с эффектом плавучести, что влечет за собой более выраженное перераспределение температур по высоте дисков рабочих колес компрессора высокого давления. Полученные данные так же позволяют уточнить запас прочности ротора компрессора высокого давления, а в перспективе и изменения радиальных зазоров на различных режимах работы двигателя.

Список литературы:

1. Авдуевский В.С. Основы теплопередачи в авиационной и ракетной космической технике/ Под общей редакцией В.С. Авдуевского и проф. Кошкина. — Москва: Машиностроение, 1992. — 528 с.
2. Owen J.M. Buoyancy-Induced Flow in Open Rotating Cavities /Owen, J.M. — UK, University of Bath, 2007. — 8 с.
3. Слитенко А.Ф. Конструкция и расчет систем охлаждения ГТД /А.Ф. Слитенко, С.З. Копелев. — Харьков: Основа, 1994. — 239 с.
4. King M.P. Rayleigh-Benard Convection in Open and Closed Rotating Cavities / King, M.P., Wilson, M., Owen, J.M., ASME J. Eng. Gas Turbines Power, 2007 с. 305-311
5. Темис Ю.М. Моделирование термо-напряжённого состояния ротора КВД с учётом вторичных течений в полостях/ Ю.М. Темис, А.В. Селиванов, Г.Г. Юрченко — Москва ФГУП ЦИАМ им. П.И. Баранова, 2011. — 9 с.
6. Каданер Я.С. Течение воздуха и конвективный теплообмен в междисковых полостях ротора компрессора [Текст] / Я.С. Каданер, Ю.М. Темис, Л.Ф. Гришина // Вопр. авиац. науки и техники. Авиац. двигателестроение. ЦИАМ, 2001. Вып. 1 (1320). С. 24-36

Проектирование кронштейна подвески перспективного двигателя посредством топологической и параметрической оптимизации с помощью пакета ANSYS

Зеленкевич А.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Уланов А.М.
Самарский университет, ПАО «Кузнецов», Самара
zelenkevich009@yandex.ru

С развитием науки появляются новые материалы, новые методы изготовления деталей, среди которых наиболее перспективными являются аддитивные технологии.

Наибольшим достоинством данного метода является создание сложной геометрии, аналог которой не может быть изготовлен традиционными технологиями производства. Благодаря этому, открываются новые возможности на этапах проектирования деталей с меньшей массой и высокой прочностью.

Со снижением веса в авиации увеличивается общий ресурс двигателя; уменьшается эксплуатационный расход топлива, что в свою очередь, снижает затраты на перелёты. У

метода изготовления деталей с помощью аддитивных технологий огромный потенциал, но, на данный момент времени, является достаточно затратным по сравнению с традиционными методами производства.

Предметом исследованная, в данной работе, является получение и дальнейшее исследование, на основе данных, нового кронштейна подвески перспективного двигателя, полученного с помощью топологической и параметрической оптимизации реально существующего прототипа кронштейна, представляющего собой, монолитную деталь с использованием избыточного материала, не несущим какой-либо функциональной нагрузки.

В качестве исходных данных, были приняты габариты, масса и тяга двигателя.

В ходе выполнения работы была определена нагрузка, действующая на кронштейн; подготовлена исходная модель для статического расчёта в программном комплексе Ansys 18.1; произведена топологическая оптимизация с применением различных типов ограничений и граничных условий, получена новая модель; произведён статический расчёт новой модели и проведена дальнейшая параметрическая оптимизация.

В дальнейшем, планируется:

1) расчёт теплового потока, передающегося от тяги на кронштейн, для определения температуры;

2) получение прочностных характеристик на основе влияния различных температур;

3) окончательный статический расчёт кронштейна при силовой и температурной составляющей;

4) создание кронштейна с помощью аддитивных технологий и дальнейшие испытания.

Особенности методологии проектирования семейства высокооборотных ТВД и ТВлД мощностью 200 … 700 Квт

Иванов И.Г., Ерофеев Т.С., Малиновский И.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нестеренко В.Г.
МАИ, Москва
faa2013@yandex.ru

Проектирование узлов холодной и горячей части самолётных и вертолётных малоразмерных ГТД мощностью 250-850 л.с. имеет целый ряд особенностей, которые могут не учитываться в двигателях большой размерности. Во-первых, эти ГТД необходимо проектировать с максимально возможной частотой вращения ротора газогенератора, т.к. при выбранной величине частоты вращения ротора и неизменной величине максимальной окружной скорости на периферии рабочей лопатки компрессора или турбины, при одной и той же величине площади их проточной части увеличивается высота их рабочих лопаток, поэтому влияние радиального зазора на их КПД снижается.

Точно так же, в центробежном колесе компрессора (ЦБК), на его периферии, при снижении наружного диаметра и неизменной величине расхода газа, его ширина на выходе из этого колеса уменьшается, поэтому пропорционально уменьшается влияние вторичных течений газа, образуемых на торцевых стенках ЦБК, и которые существенно снижают его запас газодинамической устойчивости. Эта проблема влияет также на выбор оптимальной величины сжатия в ЦБК.

Следующий вопрос, который следует рассматривать при проектировании малоразмерных ГТД — это выбор максимальной температуры газа на входе в турбину газогенератора ГТД. Малая размерность лопаток турбины не позволяет использовать большие расходы охлаждающего воздуха, которые можно было бы пропускать через внутренние полости соплового аппарата и рабочего колеса турбины газогенератора. Поэтому здесь следует разработать и применять существенно более эффективные системы охлаждения, решающие задачи прочности и теплового состояния лопаток турбины при малых расходах охлаждающего воздуха. Для ТВД и ТВлД имеет большое значение измерение крутящего момента на роторе силовой турбины, в месте его соединения с валом главного редуктора. Рассмотрены различные способы и конструкции, предназначенные для проведения таких

измерений, рекомендовано определять величину передаваемой мощности по закрутке вала силовой турбины.

В заключении рассмотрена методология проектирования семейства ТВД и ТВлД, одной и той же мощности, на основе одного базового газогенератора, а также проблемы их доводки и обеспечения высокого ресурса.

Влияние параметров камеры смешения турбореактивного двухконтурного двигателя с форсажной камерой сгорания на характеристики двигателя

Карев О.Д., Григоровский В.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Агульник А.Б.
МАИ, Москва
myline2012@yandex.ru

Процессы, происходящие в камерах смешения воздушно-реактивных двигателей, по праву считаются наиболее сложными для расчетов, поскольку в них одновременно происходит обмен кинетической и тепловой энергиями потоков, имеющих разные скорости, давления, температуры и химический состав. Кроме того, в отличие от идеализированной модели смешения двух параллельных потоков, в реальности потоки движутся под углом к друг другу, причем разные части потока под разными углами. Фактически имеется бесконечное число струек тока, каждая из которых имеет свой режим течения.

Важно отметить, что смеситель не только обеспечивает перемешивание потоков из разных контуров, но и служит своеобразным дросселем. Он регулирует давление за вентилятором и, следовательно, расход воздуха во втором контуре и таким образом оказывает непосредственное влияние на характеристики вентилятора и распределение потоков по контурам двигателя.

В отличие от систем конечно-элементных 3-d расчетов, в стандартных системах моделирования двигателя принимается упрощенная модель смесителя, характеризуемая интегральными по контурам расходами воздуха или газа, температурой, давлением и химическим составом на входе в смеситель и интегральными расходом, давлением, температурой и составом газа на выходе из смесителя.

Данная система позволяет определить необходимые для расчета двигателя в целом и его узлов интегральные параметры с достаточной точностью и скоростью вычислений, но, естественно, не способна точно определить детальное состояние участков самого смесителя.

Создание математической модели камеры смешения, которая учитывает влияние основных геометрических параметров смесителя на потери полного давления по тракту устройства позволит решить вопрос оптимизации геометрических размеров смесителя, что приведет к уменьшению доводочных работ на завершающем этапе создания изделий, снижения гидравлических потерь по тракту в одномерной постановке задачи, что не потребует больших вычислительных мощностей, а так же позволяет ускорить процесс проектирования по сравнению с 3-d моделированием.

В работе проводится поиск и создание необходимых зависимостей, определяющих характеристику смесителя, в том числе зависимостей, отражающих изменение гидравлических площадей и учитывающих потери полного давления, связанных с неравномерностью потоков. В качестве примера, приводятся результаты верификации в относительном виде по полученной математической модели для двигателя-демонстратора.

Список литературы:

1. И.И. Галюн, Г.А. Гановский. Об оценке потерь полного давления в форсажных камерах ТРДДФ со смешением потоков. — Авиационные двигатели, 1984, №1.

2. И.И. Галюн, Г.А. Гановский, С.В. Лазарев, Ю.П. Марчуков. Исследование течения газа в смесительном устройстве форсажной камеры двухконтурного двигателя. — Авиационные двигатели, 1984, №2.

3. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Учебник / В.И. Бакулев, В.А. Голубев, Б.А. Крылов и др.; Под редакцией В.А. Сосунова, В.М. Чепкина — М.: Изд-во МАИ, 2003.

4. Медведев В.В. Принцип выбора числа лепестков и формы каналов смесителя. — Научный вестник МГТУ ГА, 2005, №85.

5. А. В. Кудрявцев, В. В. Медведев. Инженерные методики расчета характеристик. — М.: ФГУП «ЦИАМ им. П. И. Баранова», 2013.

6. А.Б. Агульник, В.Р. Нелюбин, А.С. Павлов, А.Д. Ярмаш. Использование методов численного моделирования турбулентных течений при разработке форсажный камер сгорания газотурбинного двигателя. — Журнал «Насосы. Турбины. Системы», 2018, №1 (26).

Исследование технологии лазерного ударного упрочнения в авиационной промышленности

Кожевников Г.Д., Пожидаев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ляховецкий М.А.
МАИ, Москва
glebabass@mail.ru

В процессе эксплуатации элементы ГТД испытывают циклические знакопеременные нагрузки: диски рабочих колес, блиски, блинги, компрессорные и турбинные лопатки. Этот процесс является причиной возникновения растягивающих напряжений в поверхностном слое, что приводит к образованию и развитию трещин в элементах ГТД и дальнейшему разрушению конструкции [1]. Поэтому при проектировании деталей закладывают запас прочности, позволяющий увеличить несущую способность конструкции. Кроме того, существуют технологические методы повышения ресурса элементов ГТД: финишная модификация поверхностного слоя детали, позволяющая продлить их долговечность до 1000%.

Существует множество технологических способов увеличения срока службы изделий, в настоящее время, в РФ используются такие способы как дробеметная, дробеструйная, ультразвуковая обработки и др. методы поверхностного пластического деформирования (ППД). Эти методы были разработаны ещё в 60-х, 70-х годах и имеют ряд недостатков, основными из них являются дефекты, возникающие после обработки, малая глубина залегания остаточных напряжений. Эти недостатки ограничивают типы деталей, которые можно обрабатывать, например, кромки лопаток из-за возможности их деформирования в процессе обработки. С другой стороны, режим, обеспечивающий отсутствие существенной деформации рабочих поверхностей деталей, дает малую глубину залегания и значение остаточных сжимающий напряжений.

Перспективным методом увеличения усталостной прочности является лазерное ударное упрочнение (LSP — laser shock peening), в российской промышленности данный метод не используется на серийном производстве. Сущность технологии ЛУУ заключается в воздействии лазерного излучения на поверхность с предварительно нанесенным покрытием, которое поглощает большую часть энергии и испаряется, что провоцирует образование ударной волны в металле с интенсивностью несколько ГПа, превышающее предел текучести материала. Это приводит к пластической деформации и появлению сжимающим остаточных напряжений по величине и глубине выше по сравнению с традиционными методами ППД [2].

В работе проводится сравнительный анализ существующих отечественных методов обработки и метода лазерного упрочнения, а также представляется модель расчета остаточных напряжений, возникающих при ЛУУ.

Список литературы:

1. 3-D FEM simulation of laser shock processing [Текст] / Yongxiang Hu, Zhenqiang Yao, Jun Hu // Surface and coatings technology 201 (2006) 1426-1435.

2. Основы инженерных расчетов элементов машин на усталость и длительную прочность [Текст] / Павлов П.А. Машиностроение 1988 г.

Расчетно-экспериментальное исследование пленочного охлаждения

Колесова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Веретенников С.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
kolesova_eg@mail.ru

Основная тенденция развития газотурбинных двигателей связана с повышением параметров рабочего процесса и прежде всего температуры газа перед турбинной. В связи с чем, возникает необходимость в совершенствовании систем охлаждения сопловых и рабочих лопаток турбин, как наиболее теплонапряженных деталей двигателя. Развитие различных конвективных схем охлаждения лопаток турбин не позволяет обеспечить потребную температуру лопаток турбины только данными средствами без использования пленочного (заградительного) охлаждения.

В большинстве работ по исследованию пленочного охлаждения представлены результаты экпериментальных исследований различных форм и углов выдува отверстий пленочного охлаждения полученные, как правило, для плоской стенки. Все работы такого типа проводятся на стенке, изготовленной из материала с низкой теплопроводностью и основаны на предположении, что температура стенки принимает температуру среды её омывающей, т.е. на предположении адиабатной стенки. При этом в литературе нет четких указаний, при какой теплопроводности материала стенку можно считать адиабатной. Все результаты испытаний представляют собой зависимости адиабатной эффективности охлаждения η от относительного расстояния от отверстия x/D.

На ПАО «ОДК «Сатурн» изготовлена установка по исследованию пленочного охлаждения. Установка представляет собой плоский канал с размерами 45x20 мм через, который прокачивается холодный воздух. В данном канале предусмотрена возможность замены участка одной из боковых стенок на объект испытаний — плоскую пластину с различными формами и углами отверстий перфорации, через которые происходит выдув горячего воздуха в основной канал. Участок стенки основного канала напротив объекта испытаний заменен на ИК прозрачное стекло измерение температуры стенки производится термографом Flir T440. Для отладки установки были проведены тестовые опыты на пластине, изготовленной из полиамида методом 3D прототипирования, с отверстиями пленочного охлаждения расположенными под углом 30° к выдуваемой поверхности (относительный шаг между отверстиями составляет t/d=3) зависимости, для которых наиболее хорошо изучены. Испытания проводили в диапазоне параметров выдува m от 0,04 до 2, и при скоростях основного потока λ от 0,185 до 0,53. Результаты проведенных экспериментов получили хорошее совпадение с результатами других авторов [1].

В обеспечение данных экспериментов был проведен ряд расчетов в программном комплексе CFX на режимах проведения испытаний на моделях турбулентности k-ε и SST со стандартными настройками и в соответствии с рекомендациями [2] для расчета пленочного охлаждения на модели турбулентности SST при изменении турбулентного числа Прандтля в с 0.9 до 0,4 и константы β* от 0,09 до 0,07. Получили значительное отклонение результатов расчетов выполненных по стандартным моделям турбулентности (до 50%) от результатов проведенных экспериментов, с настройками моделей турбулентности в соответствии с рекомендациями из [2] отклонение результатов расчетов от результатов опытов снизилось до 15%.

Список литературы:

1. Rebekah A. Russin, Measurements of detailed heat transfer coefficient and film cooling effectiveness distribution using PSP and TSP / Rebekah A. Russin, Daniel Alfred, and Lesley M. Wright // Proceedings of ASME Turbo Expo. — 2009. — Power for Land, Sea and Air. — GT2009-59975.

2. Петельциц В.Ю. Совершенствование систем пленочного охлаждения входных кромок лопаток газовых турбин [Текст] / В.Ю. Петельциц / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Киев, 2016. — 142 с.

Численное исследование особенностей обтекания и характеристик Y-образного входного устройства с двумя симметричными воздухозаборниками

Колток Н.Г.
Научный руководитель — к.т.н. Карпов Е.В.
МФТИ, Долгопрудный
nikitakoltok@gmail.com

Численное моделирование широко используется при исследовании и проектировании входных устройств летательных аппаратов. Численным расчётам обтекания и характеристик воздухозаборников непрямоугольной формы посвящены работы [1-2].

В данной работе выполнено численное исследование особенностей обтекания и характеристикY-образного входного устройства. Исследованное входное устройство имеет два воздухозаборника, расположенных симметрично относительно продольной плоскости симметрии летательного аппарата. При этом каналы воздухозаборников сходятся в общий канал цилиндрической формы перед двигателем. Входные кромки ВЗ имеют при виде спереди форму параллелограмма. Для построения входного участка такого ВЗ целесообразно использовать метод газодинамического конструирования [3]. В работе [2] показана возможность использования данного метода применительно к проектированию входа ВЗ трапециевидной формы.

Расчет обтекания и течения внутри исследуемого Y-образного воздухозаборного устройства был выполнен с использованием программного пакета ANSYS CFX. В данном пакете реализовано численное интегрирование системы осреднённых по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса. Для замыкания системы уравнений была использована двухпараметрическая модель турбулентности k-ω SST. Применительно к численным исследованиям течений в каналах ВЗ данный метод использован в работах [1, 4].

Моделировалось обтекание полноразмерного изолированного Y-образного входного устройства. Для проведения численного исследования была построена пространственная структурированная сетка. За счёт использования О-топологии реализовано сгущение сетки в пристеночной области по геометрическому закону. Размер пристеночной ячейки соответствовал величине y^+<1. Объем расчетной сетки составил порядка 7 млн ячеек. Моделировалось обтекание воздухозаборника на высоте H = 11 км при сверхзвуковых числах M набегающего потока при угле атаки $\alpha=0$ и угле скольжения $\beta=0$.

Постановка задачи исследования обтекания данного входного устройства была сформулирована в двух вариантах. В первом случае производился расчет обтекания рассеченной вдоль продольной плоскости симметрии летательного аппарата модели исходного Y-образного двухканального воздухозаборного устройства. В этом случае в области сопряжения каналов воздухозаборников в общий канал ставилось условие симметрии течения. Во втором случае исследовалось обтекание полной модели Y-образного входного устройства, и постановка дополнительных граничных условий в области слияния каналов не требовалась.

Анализ полученных результатов показал возможность моделирования работы Y-образного воздухозаборного устройства с использованием граничного условия симметрии течения при нулевых углах скольжения в целях экономии вычислительных мощностей на этапе расчетно-проектных исследований.

Далее приведен анализ результатов, полученных для усеченной модели входного устройства. Были выявлены следующие особенности течения на входе и в канале воздухозаборника (ВЗ), приводящие к снижению характеристик:

Перед горлом, в области взаимодействия замыкающего прямого скачка уплотнения с пограничным слоем у поверхности горизонтального прямого клина сжатия, возникает характерная λ — ножка;

За горлом, в расширяющейся части канала за прямым клином сжатия, на участке положительного градиента давления формируется обширная отрывная область;

На некоторых режимах обтекания ВЗ в области горла на участке положительного градиента давления в месте искривления канала формируется отрывная область на правой (при виде спереди) боковой стенке ВЗ.

С целью устранения выявленных отрывных зон были разработаны варианты систем УПС с поперечными щелями, расположенными на верхней и боковых стенках в области горла ВЗ. Применение систем УПС позволило повысить характеристики ВЗ, а также обеспечить согласование работы входного устройства и двигателя.

В данной работе был также проведен численный расчёт варианта ВЗ с сильно искривлённым каналом. Данный вариант ВЗ был оборудован системой УПС с тремя поперечными щелями. Характеристики рассмотренного варианта ВЗ с сильно искривленным каналом по коэффициенту ν получены близкими по уровню к характеристикам исходного варианта ВЗ.

Список литературы:

1. Карпов Е.В., Колток Н.Г., Новогородцев Е.В.Расчётное исследование физических особенностей обтекания и характеристик двухканального воздухозаборного устройства. Сборник тезисов XLIVакадемических чтений по космонавтике, 28-31 января 2020, том 1, Москва, МГТУ(НИУ) им. Н.Э. Баумана, с.354-355

2. Карпов Е.В., Новогородцев Е.В. Численное моделирование течения в трапециевидном воздухозаборнике с системой отсасывания пограничного слоя. В сб.: Материалы XXVI научно-технической конференции по аэродинамике. Тезисы докладов 26-27 февраля 2015г., ЦАГИ им. проф. Н.Е.Жуковского, с.131-132.

3. Гутов Б.И., Щепановский В.А. Газодинамическое конструирование сверхзвуковых воздухозаборников. //Новосибирск: ВО «Наука», 1993

Исследование особенностей аэродинамических характеристик систем межтурбинного переходного канала и соплового аппарата первой ступени ТНД различного конструктивного исполнения

Комова О.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Вятков В.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
olya.comova2015@yandex.ru

В ближайшей перспективе кардиального изменения рабочего процесса и конструктивной схемы двухконтурных турбореактивных двигателей (ТРДД) для дозвуковых самолётов не произойдет, однако задача повышения топливной экономичности ТРДД остается актуальной. Топливная эффективность ТРДД зависит от параметров рабочего процесса и эффективности узлов. В настоящее время некоторые резервы повышения КПД имеются в каскаде турбин ТРДД. Степень двухконтурности современных ТРДД достигла предельной величины для традиционной конструктивной схемы, что привело к усложнению конструктивной схемы каскада турбин. Для современных ТРДД характерно наличие межтурбинного переходного канала (МПК), в котором могут быть установлены силовые стойки, и интегрируемый сопловой аппарат первой ступени турбины низкого давления (ТНД) с диагональной проточной частью (СА1). Аэродинамическая эффективность системы МПК-СА1 (суммарные потери кинетической энергии) определяется взаимным влиянием элементов системы друг на друга.

С целью определения влияния компоновки проточной части на течение в системе МПК-СА1 было проведено численное исследование модельных систем, состоящих из МПК и СА1 ТНД. Параметры системы и режим работы соответствовали перспективному ТРДД с охлаждаемым СА первой ступени ТНД. Проводилось численное моделирование течения в пакете ANSYS SFX по верифицированным методикам. Варьировалась размерность проточной части, форма силовых стоек, взаимное расположение стоек и СА относительно друг друга. Исследовался диапазон размерности проточной части от газогенератора малой размерности

(расход газа, приведенный по параметрам на выходе из газогенератора — 3,5 кг/с) до большой размерности (7,5 кг/с).

Результаты исследования показывают, что потери в СА1 в значительной степени определяются предысторией потока, т. е. компоновкой МПК (его геометрией) и взаимным расположением СА и силовых стоек. Увеличение потерь в СА за счет влияния толстой стойки в МПК может достигать 50%.

Таким образом в системе МПК-СА1 имеется эффект аэродинамической интерференции, который необходимо учитывать при проектировании. Эффект аэродинамической интерференции заключается в том, что потери в элементах системы (МПК и особенно СА1) при их совместной работе больше потерь изолированных элементов проточной части. Физическая причина явления аэродинамической интерференции заключается в появлении в проточной части значительных областей вторичных течений которые воздействуют на течение в последующих элементах. Так же расчеты показывают, что вихревая структура потока в диагональном СА, работающем совместно с МПК отличается от случая классической решетки плоских профилей. Основную роль в формировании потерь играют структуры, образовавшиеся при торможении потока на входных кромках лопаток и след от силовой стойки.

Исследование влияния настроек сеточных моделей охлаждаемых турбин на результаты расчета параметров турбин

Кудряшов И.А., Сулейманов А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Попов Г.М.
Самарский университет, Самара
boroda1337russia@gmail.com

В работе представлено исследование влияния параметров сетки на результаты расчета сопловых решеток охлаждаемых турбин. Оценка результатов расчета выполнена по таким параметрам как коэффициент скорости, коэффициент потерь и угол потока.

В качестве предметов исследования были выбраны кольцевые полноразмерные сопловые аппараты турбин и плоская решетка соплового аппарата:

1) Сопловой аппарат охлаждаемой турбины высокого давления [1];
2) Экспериментальный сопловой аппарат охлаждаемой турбины высокого давления. Данная решетка отлична от 1;
3) Плоская решетка из атласа Венедиктова под номером 83. Данная решетка плоская, имеет постоянное сечение по высоте [2].

Выбор предметов исследования обусловлен наличием экспериментальных данных по рассматриваемым решеткам, что позволило выполнить валидацию численных моделей рабочего процесса рассматриваемых решеток.

Охлаждение моделировалось в программном пакете NUMECA FineTurbo с помощью выдувов охлаждающего воздуха с граней элементов сетки. Выдувы были заданы в виде координат, которые представляют собой точки пересечения оси отверстий с лопаткой. Направление охладителя задавалось в виде направляющих косинусов.

В качестве рабочего тела использовалась модель идеального газа Air (Real gas). Для расчета данной модели была задана математическая модель Turbulent Navier-Stokes, модель турбулентности была выбрана Spalart-Allmaras, так как она является наиболее экономичной для вычислительных ресурсов. Граничными условиями являлись полное давление газа на входе в решетку, полная температура газа на входе и статическое давление на выходе из решетки для обеспечения требуемого значения приведённой скорости.

В связи со сложной пространственной структурой выдувов охлаждающего воздуха при исследовании влияния параметров сетки на результаты расчеты оценивалось количество элементов, приходящихся на отверстие как в двумерной сетке, так и по высоте лопатки. Параметр NPH характеризует количество элементов по высоте на отверстие выдува, а

параметр NPW — количество элементов в двумерной сетке на отверстие выдува. Расчеты были выполнены при постоянном коэффициенте роста ячеек ER=1,2.

Параметры сетки были взяты от 1 до 9 с шагом 2 (NPW1_NPH1, NPW3_NPH3, NPW5_NPH5, NPW7_NPH7). То есть было проведено исследование комплексного влияния данных параметров на результаты расчета решеток. Количество элементов изменялось в 9 раз для модели решётки 1, в 11 раз для модели решётки 2, и в 9 раз для модели решётки 3.

В решетке 1 наблюдается количественное расхождение значений потерь между экспериментальными и полученными результатами. При изменении параметров сетки рассчитанные характеристики качественно имеют одинаковый вид. Из результатов расчета наблюдается, что при увеличении количества элементов в сетке, увеличивается интегральное значение профильных потерь в решетке и изменяется распределение профильных потерь по высоте проточной части. Это связано с увеличением числа элементов, приходящихся на одно отверстие, что приводит к более детальному учету изменений структуры течения при выдуве охладителя. Распределение угла потока на выходе из соплового аппарата качественно имеет сходство с результатами эксперимента. Интегральное значение угла на выходе соплового аппарата имеет расхождение с экспериментом не более, чем на 2 градуса.

В решетке 2 наблюдается аналогичное изменение параметров при увеличении количества элементов, приходящихся на отверстие. То есть при увеличении количества элементов увеличивается значение профильных потерь и потерь связанных с выходной скоростью.

В решетке 3 явно наблюдается изменение структуры потока на выходе из лопаточного венца при увеличении количества элементов, приходящихся на одно отверстие. Это связано с более детализированным учетом изменения структуры потока из-за выдува охладителя.

В результате проведенной работы исследовано комплексное влияние параметров NPW и NPH на результаты численного моделирования рабочего процесса охлаждаемого соплового аппарата с использованием выдувов с поверхности ячеек. Из результатов работы видно, что при увеличении параметров сетки уточняются результаты расчетов. Но при увеличении значения параметров выше 5-и, приводит к незначительному изменению исследуемых параметров. Поэтому имеет смысл использовать сетки с большим количеством элементов только на финальных этапах исследований.

Список литературы:

1. Мамаев Б.И., Саха Р., Фрид Й.Е.А. — Аэродинамическое исследование охлаждаемого соплового аппарата турбины [Текст] — ООО “Сименс” — Королевский технологический институт, 2015 г.

2. Венедиктов В.Д. — Атлас экспериментальных характеристик плоских решеток охлаждаемых газовых турбин [Текст]/А.С. Самойлов, Т.И. Анфалова, Т.А. Култыгина, Л.Н. Липская. М.: Типография ЦИАМ, 1990. — 393 с.

Использование хладоресурса криогенного топлива ГТД

Лемякин М.Д., Павлов А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Зрелов В.А.
Самарский университет, Самара
Lemyackin2015@yandex.ru

Известно, что максимальная температура горения авиационного керосина примерно 2500 К. В настоящее время достигнута температура газа, превышающая 1900 К и проводятся экспериментальные исследования с температурой 2100-2200 К. Следует заметить, что достижение таких высоких значений температуры сопряжено со значительными технологическими и экономическими трудностями.

Поэтому, переход на криогенное топливо позволит:

1) Повысить эффективность рабочего цикла зачёт имеющегося хладоресурса, температуру рабочего цикла (водорода);
2) Обеспечить охлаждение горячей части двигателя (за счет имеющегося хладоресурса);
3) Улучшить экологические показатели.

Особенностью двигателя на криогенном топливе является наличие теплообменника, обеспечивающего охлаждение компрессорного воздуха, при этом возможны разные варианты его размещения. Известно, что хладоресурс авиационных керосиновых топлив примерно в 3 раза меньше, чем у сжиженного природного газа и почти в 10 раз меньше чем у жидкого водорода. Это нам даёт возможность, при переходе на криогенное топливо, более эффективно использовать запас хладоресурса.

Использование теплообменника позволит увеличить плотность воздуха в компрессоре, что повлечет за собой увеличение степени повышения давления или уменьшения количества ступеней компрессора.

Именно использование хладоресурса криогенных топлив открывает новые возможности увеличения температуры в проточной части ГТД и ПВРД. Так, например, при замене керосина метаном в результате использования хладоресурса метана для охлаждения лопаток турбины принципиально возможно повысить, температуру газа перед турбиной ТРДД на 200—300 К, т. е. до 1900— 2000 К.

Наряду с охлаждением теплонапряженных узлов конструкции двигателя хладоресурс криогенного топлива может быть использован для охлаждения основного компонента рабочего тела ТРДД — воздуха, что также может оказать непосредственное воздействие на эффективность термодинамического цикла.

Следующим этапом исследования является проектирование топливной системы и её элементов.

Создание одномерной модели внутренних полостей охлаждаемого соплового аппарата

Ленский В.А., Волков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Попов Г.М.
Самарский университет, Самара
lenskii97@gmail.com

Применение одномерной модели [1] при расчете внутренних каналов системы охлаждения позволяет существенно снизить потребные ресурсы и время для расчёта. Однако данные модели требуют выполнения валидационных исследований для получения адекватных результатов.

В данной работе выполнено создание и расчет одномерной модели соплового аппарата, а также проведено сравнение результатов расчета одномерной модели с результатами расчета трехмерной модели.

Внутренняя полость лопатки содержит дефлектор, который разделяет полость на три полости, две из которых сообщаются между собой через верхнюю полость подвода охладителя.

Охладитель из верхней полости подвода поступает в левую полость для рядов отверстий 9-10 расположенных на спинке профиля, и в правую полость для рядов отверстий 1-3 расположенных на корытце профиля. Охладитель в нижней полости поступает в центральную полость для рядов отверстий 4-8 расположенных на входной кромке.

Количество отверстий в каждом ряде равно 21 за исключением ряда 3, в нем 10 отверстий. Всего 199 отверстий.

Форма профилей рассматриваемых полостей по радиусу практически не изменяется, но изменяется площадь профиля.

Для учета радиальной неравномерности давления в полости выполнено создание гидравлической модели с несколькими узлами в полостях охладителя. Количество узлов в полости по радиусу в первом приближении выбрано минимальным и равно 3.

Таким образом, выполнено создание и расчет модели с учетом неравномерности давления по радиусу — 3 узла в каждой полости (левая, центральная, правая). Поскольку 3 рассматриваемые полости разделены между собой дефлектором, то левая и правая полости рассматривались отдельно от центральной.

Внутренние левая и правая полости по радиусу разделены на 2 части тремя узлами. Соответственно на каждый узел в полости будет приходиться 7 отверстий, за исключением узлов, разделяющих ряд 3, где 10 отверстий. В 3 ряду выполнено следующее разделение отверстий по радиусу для 3 высот: 3, 4, 3.

Участки подвода охлаждающего воздуха к отверстиям описаны плоским типом канала. Для задания данного типа канала необходимы исходные данные по длине, ширине и высоте канала. Из меридионального вида исследуемой лопатки определяются длины и ширины каналов.

Для определения высоты типового элемента — плоского канала, были определены значения площади в характерных сечениях, а также по длине полостей охладителя.

Участки отверстий описаны с помощью типового элемента отверстия. Данные по диаметрам и длине отверстий взяты с 3D модели исследуемого соплового аппарата.

Для граничного условия на концах элемента отверстие требуются значения давления, которые определены по результатам расчета модели с выдувами с ячеек сетки. Снятие значений давления выполнялось в местах выдува охладителя. Затем для задания в одномерной модели рассчитывалось среднее значение для каждого из трех узлов по высоте.

В результате расчета в одномерной модели получены значения расходов, которые превышают значения, заданные в Numeca. Максимальное расхождение расходов по рядам составляет 80,1 % — для 8-го ряда, а минимальное расхождение — 0,87% для 1-го ряда. Расхождение значений расходов в полостях составляет: для левой полости -12,37%, для правой полости 1,69%, для центральной полости -21,56% и для всех полостей в целом -12,53%.

Видно, что полученные значения превышают заданные для левой и центральной полости. Возможные пути снижения расхода — изменение типа плоского элемента в полости на элемент отверстие, увеличение количества элементов в полости, введение поправочных коэффициентов.

Таким образом создана цифровая модель, позволяющая определить значения расходов воздуха во внутренних каналах системы охлаждения лопатки, а также через отверстия выдува охладителя.

Далее планируется провести анализ двенадцати различных схем, которые будут различаться количеством узлов, описывающих полость дефлектора и количеством узлов, характеризующих отверстия охлаждения. Это необходимо для поиска оптимального количества узлов, которые будут давать минимальные расхождения с экспериментальными результатами и результатами численного моделирования рабочего процесса в сопловых аппаратах осевых турбин.

Список литературы:

1. Копелев С.З., Слитенко А.Ф. Конструкция и расчёт систем охлаждения ГТД. Харьков: Основа, 1994.

Создание экспериментальной базы для исследования тепловых процессов в авиационных моторных маслах для двигателей и энергоустановок летательных аппаратов

Львов М.В., Каськов А.С., Ямалеев Л.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Алтунин В.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
valmih14@yandex.ru

В системах смазки и охлаждения поршневых, воздушно реактивных и газотурбинных двигателей и энергоустановок (ЭУ) летательных аппаратов (ЛА) происходят различные тепловые процессы. Одним из негативных и опасных процессов является процесс осадкообразования, из-за чего двигатели и ЭУ ЛА выходят из строя раньше установленного ресурса с возникновением различных аварийных ситуаций. Существующие способы борьбы с осадкообразованием в авиационных моторных маслах являются малоэффективными,

поэтому необходимо разрабатывать новые. Но для этого нужно создавать экспериментальную базу.

В докладе подробно показана новая экспериментальная установка и рабочие участки, которые позволяют проводить исследования в сложных термодинамических условиях, приближенных к реальным: при естественной и вынужденной конвекции.

Особенность рабочих участков состоит в том, что они позволяют осуществлять исследования тепловых процессов в авиационных моторных маслах без использования и с использованием электростатических полей.

Применение электростатических полей позволяет осуществлять экспериментальные исследования:

• По предотвращению, ограничению и уменьшению твёрдых углеродистых осадков в авиационных моторных маслах и на металлических деталях систем смазки и охлаждения;

• По возможности обеспечения систем смазки и охлаждения вынужденной конвекцией и распылом (в случае выхода из строя основной насосной системы);

• По возможности очистки, ионизации, восстановления и увеличения установленного срока эксплуатации масла;

• По возможности ионизации и смешения двух и более марок масел для дальнейшей эксплуатации (в экстремальных климатических и боевых условиях — при ограниченных запасах масел).

Доклад сопровождается запатентованными конструктивными схемами экспериментальной установки и рабочих участков.

Исследование применимости полимерного композиционного материала при проектировании рабочего колеса центробежного компрессора

Мартынюк Л.А., Котович И.В., Талалаева П.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ежов А.Д.
МАИ, Москва
Larion-m@mail.ru

Использование композиционных материалов в современных конструкциях является одним из перспективных направлений. Малый удельный вес, высокие прочностностные характеристики характеризующие композитный материал, являются преимуществом при выборе малоразмерных компрессоров.

Не смотря на ряд преимуществ, использование композитных материалов накладывает ряд ограничений на их использование. В том числе температура деструкции связующего. Исходя из этого, достоверный расчет теплового состояния конструкции является основой для дальнейшего применения композиционного материала при изготовлении рабочего колеса компрессора.

Существующие методики расчета теплового состояния рабочих колес центробежных компрессоров применимы только для расчетов металлических компрессоров и не учитывают анизотропию теплофизических свойств композиционных материалов.

Доработка существующей методики определения теплового состояния рабочего колеса центробежного компрессора за счет использования современных расчетных средств и их экспериментальным обоснованием позволит в дальнейшем проводить достоверный тепловой расчет.

Для проведения расчетных исследований и отработки технологии изготовления была разработана трехмерная модель рабочего колеса центробежного компрессора, состоящего из 20 сегментов 5 силовых колец, а также вала двигателя.

Для расчета коэффициентов теплоотдачи α по поверхности рабочего колеса центробежного компрессора производилось разбиение тракта на 10 сечений. При работе центробежного компрессора на колесе возникает повышение давления до $П_к$=3,5, при этом часть сжатого воздуха попадает в радиальный зазор между колесом компрессора и диффузором.

Известно, что КПД цикла Брайтона напрямую зависит от степени повышения давления газа в компрессоре, в связи с этим были минимизированы утечки газа на охлаждение элементов двигателя, однако предполагалось, что сокращение расхода газа на охлаждение может вызвать нагрев задней поверхности РКЦК до температур, значительно превышающих температуру стеклования связующего, что в свою очередь может привести к расстекловыванию связующего и разрушению детали. Таким образом задача свелась к достижению минимального необходимого расхода утечки газа для охлаждения задней поверхности РКЦК, соплового аппарата и заднего подшипника.

В рамках данного исследования были решены следующие задачи:

Созданы трехмерные модели рабочего колеса центробежного компрессора и вала с учетом предстоящих технологических процессов.

Произведен расчет граничных условий — распределения температур T и коэффициентов конвективной теплоотдачи α по профилю лопаток, тыльной поверхности компрессора в зависимости от расхода газа на охлаждение Gy.

Экспериментально определены теплофизические свойства углепластика на основе углеродных волокон UMT 49S и фталонитрильного связующего PN-3M для однонаправленного слоя и укладки применяемой при изготовлении элементов компрессора.

Проведен расчет теплового состояния рабочего колеса центробежного компрессора по определенным ранее граничным условиям.

Разработана и применена технология автоматизированной выкладки армирующего материла

Разработанная методика расчета теплового состояния рабочего колеса центробежного компрессора с учетом анизотропии теплофизических свойств композиционного материала позволяет на этапе проектирования учесть основные нагруженные зоны и своевременно внести коррективы в конструкцию и снизить стоимость разработки.

Автоматизация проектирования осевого компрессора газотурбинного двигателя

Минин А.К., Боровиков Д.А.
Научный руководитель — к.т.н. Ионов А.В.
МАИ, Москва
arsick2000@yandex.ru

На сегодняшней день вычислительная техника имеет высокие показатели производительности, что позволяет применять её в решении математических и физических задач, но инженерные расчеты на ранних этапах проектирования не всегда требуют высокой точности результата, в связи с чем, целесообразно воспользоваться упрощенными методиками: в нашем случае — это двухмерная постановка задачи. Кроме того, такие программные комплексы, как Ansys, Nastran и др. для проектирования лопаточных машин требуют проведения предварительных расчетов [1, 2]. В связи с этим была поставлена задача создания программного обеспечения, которое будет выполнять проектирование осевого компрессора в двухмерной постановки, по классическим методикам [3]. Написание программы осуществлялось на объектно-ориентированном языке C# [4], графический интерес проектировался с помощью технологии WPF [5].

Пользователь задает параметры двигателя (степень повышения давления в компрессоре, расход воздуха через тракт двигателя, полная температура воздуха перед входом в двигатель, полная температура газа перед турбиной), который предназначен для той или иной полётной задачи. После предварительного расчета, пользователю необходимо выбрать количество ступеней в компрессоре, исходя из распределения работы и степени повышения давления на каждую ступень, и на выходе получит проточную часть компрессора и изменения основных газодинамических параметров по тракту компрессора. Т. е. провидеться, так называемый, проектировочный расчет. Графики изменения параметров, и геометрия проточной части для

наглядности выводятся на экран. Такую программу возможно использовать для проектирования или модификации существующих двигателей [6].

Далее проводиться расчет газодинамических параметров по высоте лопатки на каждой ступени по среднему диаметру, и профилирование лопаток по сечениям, с помощью пересчета базового профиля, который имеет оптимальные аэродинамические характеристики. На данных этапах пользователь корректирует выходные данные с помощью коэффициентов, а также геометрических профиль лопаток и изменение параметров выводятся на экран в графическом отображении для наглядности. Схожие методики расчета описываются в статье [7].

В результате пользователь задает необходимые для конкретной задачи параметры двигателя и с помощью четырех этапов получает проточную часть компрессора и профиль лопаток. Отображение геометрии в самом программном комплексе позволяет экономить время при правке тех или иных входных параметров и коэффициентов. В дальнейшем полученную геометрию можно передать в другие программные комплексы для оптимизации или для более точного расчета компрессора, как это сделано в работе [8]. На данный момент в программе созданные все четыре этапа расчета, геометрическое отображение профиля и проточной части находиться в разработке.

Список литературы:

1. Гулуев С. Э., Доронина А. А., Мартынова Д. Е. Возможности современных САПР. Тезисы докладов XLIV Международной молодёжной научной конференции «Гагаринские чтения — 2018». — М.: Моск. авиационный ин-т (национальный исследовательский университет), 2019. 417 с.

2. Архипов Д. В. Особенности аэродинамического проектирования высоконапорных ступеней многоступенчатых осевых компрессоров. // Вестник московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. — Выпуск №3, 2010 г. 80 с. Серия машиностроение.

3. О. Н. Емин, В. Н. Карасев, Ю. А. Ржавин. Выбор параметров и газодинамический расчет осевых компрессоров и турбин авиационных ГТД. Учебное пособие под ред. проф. Ю. А. Ржавина. — Издательство МАИ 2003г.

4. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft.NET Framework 4.5 на языке C#. 4-4 изд. — СПб.: Питер, 2013. — 896 с.: ил. — (Серия «Мастер-класс»).

5. ЦЗА 4Ж Цштвщцы Зкуыутефешщт Ащгтвфешщт вюТУЕ 4ю0 с примерами на С№ 2010 для профессионалову Пер. с англ. — М.: ООО «И. Д. Вильямс». 2011. — 1024с. ил. — Парал. тит. англ.

6. Боровиков Д. А., Ионов А. В., Селиверстов С. Д., Яковлев А. А. Анализ влияния дополнительной осевой ступени компрессора на характеристики малоразмерных турбореактивных двигателей. Статья. Журнал «Труды МАИ» №96 — М.: Моск. авиационный ин-т (национальный исследовательский университет), 2017. 7 с.

7. Гельмедов Ф. Ш., Милешин В. И., Сачкова Н. Г., Сальников В. С., Талызина В. С. Методология проектирования осевого компрессора. Статья. // Журнал «Теплоэнергетика». Изд.: МАИК «Наука/Интерпериодика», Москва 2002, 28 с.

8. Агапов А. В., Боровиков Д. А. Методы определения характеристик компрессоров малоразмерных газотурбинных двигателей по заданной геометрии. Тезисы докладов XLIV Международной молодёжной научной конференции «Гагаринские чтения — 2018». — М.: Моск. авиационный ин-т (национальный исследовательский университет), 2019. 393 с.

Фреттинг износ МДО/хамелеон покрытий на алюминиевых сплавах

Надуткин Н.И., Николаев И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лесневский Л.Н.
МАИ, Москва
nik_nadutkin@mail.ru

При изготовлении элементов двигателей летательных аппаратов (ДЛА) широко используются сплавы на основе алюминия. Наибольшая номенклатура алюминиевых сплавов принадлежит гидроагрегатам двигателей: топливным, масляными и гидравлическим. Алюминиевые сплавы, из которых изготовлены детали узлов трения этих агрегатов, существенно различаются по физико-механическим свойствам и применению. Специфика работы различных пар трения в них (алюминиевый сплав/алюминиевый сплав, алюминиевый сплав/сталь, алюминиевый сплав/керамика) требует особого внимания к исследованиям вопросов влияния на износ их деталей таких характеристик, как наличие смазки, механических свойств материалов, геометрии контактирующих поверхностей, нагрузки и скорости их относительного перемещения.

Особого рассмотрения заслуживает влияние вибрации на изнашивание таких деталей. Контактно-вибрационные условия нагружения являются характерными для авиационных гидроагрегатов и возникающий в этих условиях износ определяется, как фреттинг-износ, а при наличии сильного химического воздействия окружающей среды, как фреттинг-коррозия. Особенностями процессов фреттинг-изнашивания являются малые амплитуды относительного перемещения трущихся тел ≤100мкм, наличие переходных процессов трения покоя в трение скольжения, сопровождающиеся явлениями не только адгезионного схватывания, пластического деформирования, абразивного износа, но и зарождения и развития усталостных трещин (фреттинг-усталость).

Для снижения влияния фреттинга используют трибологические покрытия, основным требованием к которым является обеспечение низкого коэффициента трения в различных условиях окружающей среды.

Для решения данной проблемы в настоящей работе сформировано дуплексное покрытие, использующее комбинацию микродугового оксидирования (МДО) и твёрдого смазочного покрытия (ТСП), наносимого в поры оксидируемой поверхности. Такая комбинация получила название «хамелеон», демонстрирующая разные трибологические характеристики в разных условиях эксплуатации. Проведены испытания сформированных покрытий на специализированной машине трения, моделирующей фреттинг износ, при различных режимах и нагрузках. Разработаны рекомендации по использованию полученных результатов исследований в гидроагрегатах авиационных двигателей.

Проблемы интеграции силовой установки и летательного аппарата

Нягин П.В.
Научный руководитель — Фокин Д.Б.
ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», Москва
pvNyagin@ciam.ru

Требования, предъявляемые к силовым установкам (СУ) летательных аппаратов (ЛА), формируются в зависимости от задач, решаемых этими самолётами, и в общем случае включают более десятка противоречивых показателей из различных дисциплин, таких как разгонные, маневренные, технико-экономические, экологические и многие другие характеристики. Удовлетворение каждого из этих требований представляет собой самостоятельную сложную задачу. Вместе с тем, рассмотрение этих частных задач нельзя проводить изолированно друг от друга, так как свойства самолёта взаимосвязаны и оптимальное по комплексу показателей решение всегда является компромиссным.

Из-за большого числа критериев, по которым приходится оценивать самолёт, эффективная интеграция СУ и ЛА сопряжена со значительными трудностями.

Сложность решения многофакторных многокритериальных задач заключается в необходимости подбора полного комплекса математических моделей и программ, адекватно воспроизводящих влияние проектных параметров исследуемого объекта на его выходные характеристики. В частности, такой комплекс должен включать математические модели двигателя, силовой установки (воздухозаборника и сопла) с определением её эффективных характеристик, математические модели аэродинамических и массовых характеристик самолёта, динамики полёта с расчётом основных лётно-технических характеристик (ЛТХ).

Конечной целью математического моделирования при проектировании самолёта и его СУ является получение оптимальных значений проектных параметров и программ управления двигателем [1].

Решение многокритериальных задач на начальных этапах проектирования целесообразно осуществлять в соответствии с известным принципом Парето[2], согласно которому в пространстве аргументов нужно выявить область, в пределах которой нельзя добиться улучшения ни одного частного критерия без ухудшения других.

В работе на примере выбора рациональных проектных параметров унифицированного ТРДД для самолётов двух типов (дальнего магистрального и тяжёлого транспортного) продемонстрирована процедура согласования характеристик силовой установки и ЛА указанных классов, проведен анализ влияния некоторых основных параметров двигателя и самолёта на ЛТХ, а также представлены результаты решения многокритериальной многофакторной задачи оптимизации.

Список литературы:

1. Югов О.К., Селиванов О.Д., Дружинин Л.Н. Оптимальное управление силовой установкой самолёта. М.: Машиностроение, 1978. 204 с.

2. Соболь И.М., Статников Р.Б, Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. М.: Наука, 1981 г.

Проектирование силовой установки для стратегического беспилотного летательного аппарата

Осипов Д.А., Стояновский С.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агаев Р.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
m1trofan1997@gmail.com

Разработка беспилотных летательных аппаратов (БпЛА) — одно из наиболее перспективных направлений развития современной военной авиации. Беспилотные летательные аппараты или дроны уже привели к значительным изменениям в тактике ведения боевых действий, ожидается, что уже в ближайшем будущем их значение возрастет ещё больше. Прогресс беспилотных летательных аппаратов — это, вероятно, самое важное достижение авиации за последние десятилетия. Сегодня БпЛА используют не только военные, они активно применяются и в гражданской авиации. Они могут использоваться для аэрофотосъемки, патрулирования, геодезических изысканий, мониторинга объектов и даже для доставки покупок. Однако тон в разработках новых беспилотных воздушных систем все же задают именно военные. Военные БпЛА выполняют множество задач [Нечаев и др., 2012, с. 37].

Предлагаемый БпЛА может удовлетворить большое количество потребностей в военной и гражданской области применения, а именно:

- Проводить разведку и передавать информацию в режиме реального времени;
- Применение авиационных средств поражения по наземным и воздушным целям;
- Патрулирования территории на больших расстояниях и с больших высот;
- Мониторинг объектов.

Для того, чтобы проектируемый БпЛА смог выполнить поставленную перед ним боевую задачу, он должен обладать такой силовой установкой, которая способна гарантировать его требуемые летно-технические и пилотажные характеристики.

Подбор двигателя, обеспечивающего необходимую тягу силовой установки, осуществляется путем анализа тяговых характеристик существующих и перспективных двигателей, создаваемых как на базе нашего промышленного комплекса, так и иностранного [Голубев, 2005, с. 82].

Основные тактико-технические характеристики, предъявляемые к проектируемому БпЛА, получены на основе анализа статистических данных о ранее разработанных или перспективных образцах как отечественных, так и зарубежных летательных аппаратов.

Для проектируемого беспилотного летательного аппарата был произведен расчет проточной части двигателя. Используя полученные данные, построены дроссельные и высотно- скоростные характеристики. При полученных геометрических параметрах и заданных тяговых характеристиках проектируемый двигатель будет работать согласно разработанной программе управления.

В работе делается промежуточный вывод о том, что для обеспечения нормальной работы при росте температуры на входе в двигатель, автоматика будет поддерживать неизмененной частоту вращения ротора высокого давления. Для поддержания заданной частоты вращения ротора высокого давления необходимо уменьшить расход топлива в основной камере сгорания.

Проделанная работа по проектированию беспилотного летательного аппарата, включающая расчет всех его параметров, определение компоновки, подбор силовой установки и оборудования ─ все это позволит создать внешний облик БпЛА. При размещении на борту БпЛА суперсовременного оборудования и перспективной аппаратуры, боевой авиационный комплекс БпЛА сможет выполнять в различных условиях практически любую задачу, минимизируя при этом потери личного состава и увеличивая боевой потенциал любого рода войск, обеспечивая с воздуха реализацию наземных задач, стоящих перед разведкой.

Список литературы:

1. Выбор основных параметров самолёта. Учебное пособие по курсовому проектированию по дисциплине Конструкция и прочность летательных аппаратов: Учебное пособие. — Воронеж: ВУНЦ ВВС, 2012 г. 125 с.;

2. Основы устройства, проектирования, конструирования и производства летательных аппаратов. Под редакцией Н.С. Голубева и Ю.И. Янкевича. М.: МАИ, 2005 г. 283 с.

3. Федоров Р.М., Полев А.С., Дрыгин А.С. Расчет параметров и характеристик ТРДД и ТРДДСМ. — М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2002.

4. Казанджан П.К., Тихонов Н.Д. Теория авиационных двигателей. Теория лопаточных машин. М.: Машиностроение, 1995, 316 с.

5. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М., Котовский В.Н., Полев А.С. Теория авиационных двигателей: в 2 ч. / под ред. Ю.Н. Нечаева. — М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2012. — Ч. 2.

Перспективные пути совершенствования воздухозаборных устройств

Павлов К.А.
Научный руководитель — к.т.н. Яковлев А.А.
МАИ, Москва
kirillpavlov201@bk.ru

На сегодняшний день в авиационной технике получили широкое распространение плоские и осесимметричные воздухозаборные устройства (ВЗУ). Данный тип ВЗУ хорошо изучен, имеются отлаженные методики по профилированию и расчету течения в них, поэтому активно применяется на различных типах летательных аппаратов, совместно с турбореактивными и прямоточными воздушно-реактивными двигателями. Для указанных

ВЗУ имеется широкая база данных по экспериментальным и натурным работам в широком диапазоне скоростей полёта и приняты оптимальные конструкторские решения, применимые к определенным условиям применения.

Существующие исследования, в том числе и экспериментальные, указывают на ряд преимуществ пространственных воздухозаборников перед классическими схемами, в зависимости от условий полёта и области применения. В открытом доступе имеются результаты численного моделирования различных типов пространственных воздухозаборников, в которых применяются изоэнтропические или стреловидные поверхности сжатия, а также ряд работ по исследованию воздухозаборников конвергентного типа.

Соответственно, одним из перспективных направлений развития данного узла воздушно-реактивных двигателей является исследование пространственных воздухозаборников, поскольку с их помощью можно достичь более эффективного процесса торможения набегающего потока при меньшем значении коэффициента сопротивления ВЗУ, а в некоторых случаях и большую степень повышения давления.

Процесс торможения воздушного потока в подобных ВЗУ происходит со сложным пространственным взаимодействием систем скачков уплотнения между собой и с пограничным слоем. Помимо этого, в пространственных воздухозаборниках возникают другие особенности при обтекании потоком тел сложной геометрии, которые необходимо учитывать при определении характеристик данного узла силовой установки.

Указанные выше особенности на данный момент рассматривались изолированно друг от друга, соответственно, существует необходимость определения их влияния друг на друга. Однако, стоит отметить высокий рост вычислительных возможностей и методик, способных обеспечить моделирование сложных пространственных течений, а также рост производственных возможностей при изготовлении сложных пространственных моделей, необходимых для экспериментов.

В настоящее время, вопрос по нахождению комплексного решения по определению характеристик пространственного воздухозаборника является актуальным и требует особого внимания. Основной целью этого исследования является формирования достаточной методологической базы и обеспечение интегрирования таких воздухозаборников в реальные летательные аппараты для повышения их эффективности, в зависимости от назначения.

Список литературы:

1. А.Б. Агульник, В.И. Бакулев, В.А. Голубев, И.В. Кравченко, Б.А. Крылов — Термогазодинамические расчеты и расчет характеристик авиационных ГТД /Под ред. В.И. Бакулева: Учебное пособие.: — М.: Изд-во МАИ, 2002 — 256 с.

2. А.М. Молчанов, М.А. Щербаков, Д.С. Янышев, М.Ю. Куприков, Л.В. Быков — Построение сеток в задачах авиационной и космической техники: МАИ — Москва, 2013. — 260 с.

3. В.А. Виноградов, Я.А. Мельников, В.А. Степанов — Исследование характеристик плоского и пространственного входных устройств сверхзвукового пассажирского самолёта — Ученые записки ЦАГИ, 2015 г.

4. М. А. Гольдфельд, А. В. Старов — Реализация течения в гиперзвуковом воздухозаборнике с пространственным сжатием — 2019 г.

5. Ю.П. Гунько, И.И. Мажуль — Экспериментальные характеристики сверхзвукового трехмерного воздухозаборника с регулируемым горлом — 2013 г.

6. Ю.П. Гунько, И.И. Мажуль — Построение сверхзвуковых трехмерных воздухозаборников с использованием плоского изоэнтропического течения сжатия — 2011 г.

7. Боровиков А.Д., Смоляков О.А., Луковников А.В., Степанов В.А., Донских В.В. Комплекс газодинамического проектирования сверхзвуковых и гиперзвуковых воздушно-реактивных двигателей, интегрированных с корпусом летательного аппарата// Материалы V Международной НПК «Академические Жуковские чтения», Воронеж, 2017 г.

Оценка целесообразности применения транспирационного охлаждения рабочей лопатки турбины высокого давления

Пискунов С.Е., Попов Д.А.
Научный руководитель — член-корреспондент, д.т.н. Иноземцев А.А.
АО «ОДК-Авиадвигатель», Пермь
stanislavev95@yandex.ru

Газотурбинные двигатели нашли широкое применение во всём мире: в энергетике, в транспортировке нефти и газа, на авиационном, наземном и морском транспорте, в силу чего важнейшей задачей современного двигателестроения является повышение ресурса, надёжности и экономичности изделий. Одним из основных способов повышения экономичности газотурбинных двигателей является увеличение температуры газа перед турбиной. Несмотря на значительный прогресс в области создания жаропрочных сплавов, темпы улучшения их свойств значительно отстают от темпов повышения температур в двигателях [1], что приводит к обострению проблемы охлаждения лопаток турбин.

Конструкция системы охлаждения рабочей лопатки первой ступени турбины высокого давления характеризует научный и технологический уровень двигателя в целом. На сегодняшний день для рабочих лопаток первых ступеней турбин наиболее распространённой является петлевая конвективно-плёночная система охлаждения, однако, с учётом растущих параметров цикла современных двигателей и ужесточения требований по расходу охлаждающего воздуха, потенциал такого способа охлаждения можно считать исчерпанным при величинах температуры газа в горле соплового аппарата первой ступени около 1850-1900 К. Учитывая значительные темпы удорожания жаропрочных сплавов, (характеристики которых улучшаются путём увеличения содержания таких дорогостоящих легирующих элементов, как рений и рутений), проблема охлаждения рабочих лопаток становится весьма острой. Возможным решением данной проблемы является применение для рабочих лопаток транспирационного охлаждения.

В АО «ОДК-Авиадвигатель» разработаны рабочие лопатки с транспирационной системой охлаждения при помощи CFD-методов в СНТ-постановке. Расчётная область включает в себя проточную часть, полную геометрию лопатки, междисковых и присоединенных полостей и аппарат закрутки, т.е. моделирование выполнено «от отбора».

Результаты расчётов показывают, что перспективная система охлаждения позволяет обеспечить сравнимую глубину охлаждения при экономии охлаждающего воздуха более 10% по сравнению с конвективно-плёночной системой.

Методика расчета характеристик гибридной силовой установки беспилотного летательного аппарата

Плевако С.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Зиненков Ю.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
yzinenkov@mail.ru

Процесс создания гибридных силовых установок для авиации стремительно развивается. Во всем мире идут разработки в данном направлении. После достигнутых успехов электрификации в автомобилестроении, в ближайшем будущем ожидается скачек по развитию и в авиации. В настоящее время Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова проводит ряд исследований, направленных на создание отечественных силовых установок для малых беспилотных летательных аппаратов в составе которых должны устанавливаться электрические двигатели, работающие на сверхпроводниках мощностью 500 кВт, что, по их мнению, является начальной стадией по созданию гибридных силовых установок для авиации. В связи с этим исследования по

созданию методики расчета характеристик гибридной силовой установки беспилотного летательного аппарата являются актуальными.

На базе кафедры авиационных двигателей ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» создано курсантское конструкторское бюро, где, в настоящее время, проводятся ряд расчетно-исследовательских работ по оценке эффективности различных типов авиационных двигателей в составе силовых установок беспилотных летательных аппаратов.

Одним из этапов работы является исследование гибридной силовой установки легкого беспилотного летательного аппарата в двух вариантах: первый состоит из малоразмерного газотурбинного двигателя, который приводит во вращение электрогенератор высокой удельной мощности, который вырабатывает электроэнергию для питания электрического двигателя; второй заключается в использовании электрохимического генератора в виде твердо-полимерной топливной батареи. При этом возникает ряд вопросов, требующих для своего решения разработку новых подходов к получению и анализу характеристик данных силовых установок.

Исследования показывают, что электрические элементы гибридной силовой установки, прогнозируемо и понятно работающие в условиях малых высот и скоростей полёта, при повышении режима полёта начинают изменятся по законам, не описанным в ряде источников по электротехнике. Поэтому для уточнения данных зависимостей требуется проведение экспериментальных исследований с использованием летающей лаборатории.

В конструкторском бюро такая летающая лаборатория разработана и, в настоящий момент, происходит процесс её сборки. Данная лаборатория будет предназначена для исследования характеристик различных типов силовых установок в составе беспилотного летательного аппарата. С этой целью планируется создать универсальный фюзеляж для размещения необходимого оборудования и топлива, а также применять его в трех типах беспилотных летательного аппаратах: классической аэродинамической схемы со взлетом «по самолётному»; квадрокоптер и конвертоплан. Для реализации этого в силовую схему фюзеляжа внедрены элементы, позволяющие использовать съемные несущие поверхности различных типов, а также крепления для двигателей различных типов.

Данная летающая лаборатория на базе беспилотного летательного аппарата позволить провести ряд экспериментальных исследований по оценке эффективности силовых установок традиционных и нетрадиционных схем, что обеспечит создание апробированной методики расчета характеристик гибридной силовой установки.

Применение аддитивных технологий при создании сопловых лопаток газовых турбин

Попов Д.А., Пискунов С.Е.
Научный руководитель — член-корреспондент, д.т.н. Иноземцев А.А.
АО «ОДК-Авиадвигатель», Пермь
popov-da@avid.ru

Современный газотурбинный двигатель должен отвечать требованиям надежности и топливной экономичности, которые являются противоречивыми. Взаимная увязка этих требований является сложной задачей, требующей высокого уровня математического моделирования и качества проведения испытаний [1].

Лопатки соплового аппарата турбины высокого давления работают в условиях наибольших температур, давлений и скоростей газового потока [2]. Конструкция системы охлаждения соплового аппарата должна обеспечивать его работоспособность во всём диапазоне режимов работы двигателя, возможность регулирования параметров охлаждения и технологичность производства.

Литые сопловые лопатки имеют ограничение по сложности получаемой геометрии. Дефлекторная схема охлаждения сопловых лопаток позволяет перераспределять охлаждающий воздух внутри лопатки за счет изменения только дефлекторов. Однако, из-за

неплотного прилегания дефлектора появляются утечки воздуха, для устранения которых необходимо создавать в литье дополнительные конструктивные элементы (штырьки, пазы) или применять дополнительные технологические операции (например, пайка), что уменьшает технологичность конечного изделия.

Аддитивные технологии позволяют изготавливать лопатки практически любой геометрии и избавиться от лишних технологических операций. Кроме того, монолитная геометрия лопатки позволяет избавиться от утечек [3].

На основании трёхмерного тепло-газодинамического сопряжённого моделирования были спроектированы лопатки сопловые первой ступени турбины высокого давления с диффузорами на входной кромке под препарирование термопарами для изготовления аддитивным способом. Таким образом удалось получить лопатки с полостями сложной геометрической формы и упростить процесс препарирования лопатки для измерения поля температуры газа на выходе из камеры сгорания. На АО «ОДК-Авиадвигатель» были проведены испытания полноразмерного газогенератора с измерением поля температур на выходе из камеры сгорания при помощи спроектированных лопаток.

Результаты испытаний имеют высокую степень совпадения с численным моделированием.

Список литературы:

1. Иноземцев А.А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учеб. / Иноземцев А.А., Нихамкин М.А., Сандрацкий В.Л. — М.: Машиностроение, 2008. — Т. 2. — 368 с. ил.

2. Сендюрев С.И. Современные системы охлаждения сопловых лопаток высоконагруженных газовых турбин / Сендюрев С.И., Тихонов А.С., Хайрулин В.Т., Самохвалов Н.Ю. // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. — 2015. — № 42. — С. 34-46.

3. Магеррамова Л.А. Перспективы применения аддитивных технологий для создания деталей и узлов авиационных газотурбинных двигателей и прямоточных воздушно-реактивных двигателей / Магеррамова Л.А., Ножницкий Ю.А., Волков С.А., Волков М.Е., Чепурнов В.Ж., Белов С.В., Вербанов И.С., Заикин С.В. // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. — 2019. — № 3. — С. 81-98.

Определение импеданса горла резонатора в топливной системе газотурбинного двигателя

Радин Д.В., Борисов Д.Е.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Макарьянц Г.М.
Самарский университет, Самара
radin.danila.v@gmail.com

Пульсации рабочего тела в топливной системе газотурбинного двигателя снижают надежность и ресурс трубопроводов и агрегатов, а также могут являться причиной нестабильного горения в камере сгорания. Одним из наиболее предпочтительных устройств для устранения пульсаций рабочего тела в топливной системе газотурбинного двигателя является гаситель пульсаций давления резонансного типа, т.к. он не создаёт сопротивления стационарной составляющей потока. Проектирование резонатора для конкретной системы заключается в определении геометрических параметров полости и горла, при которых будет обеспечиваться требуемое снижение пульсаций. Точность определения эффективности гасителя, а, следовательно, и влияния на динамические характеристики топливной системы зависит от точности определения его импеданса, который определяется суммой импедансов соединительного канала и полости. Однако, на данный момент без специальных экспериментальных исследований импеданс соединительного канала можно оценить только приближенно. Поэтому целью данной работы является создание математической модели, позволяющей точно определить импеданс соединительного канала резонатора.

Объектом исследования является ответвленный резонатор, состоящий из полости объёмом 0,165 л, соединенной с трубопроводом тремя соединительными каналами длиной

32,5 мм и диаметром 3,4 мм. Определение импеданса канала велось при расчёте гасителя совместно с экспериментальным стендом. В процессе исследования особое внимание уделялось влиянию нестационарности структуры течения в горле резонатора на его динамические характеристики. В результате была получена математическая модель импеданса соединительного канала, позволяющая повысить точность расчёта акустических характеристик резонатора. Для оценки адекватности разработанной методики расчётные значения сравнивались с результатами экспериментальных исследований.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90239.

Исследование влияния количества элементов по высоте проточной части численной модели охлаждаемой турбины на её характеристики

Ращупкина А.В., Кудряшов И.А.
Научный руководитель — Зубанов В.М.
Самарский университет, Самара
n.raschupckina@gmail.com

В данной работе исследовано влияние параметров сетки по высоте лопатки на результаты расчета сопловых решеток охлаждаемых турбин. В итоге работы были получены: коэффициент скорости, коэффициент потерь и угол потока.

Объектами исследования являлись:

1) Сопловой аппарат охлаждаемой турбины высокого давления [1];
2) Экспериментальный сопловой аппарат охлаждаемой турбины высокого давления. Данная решетка отлична от 1 геометрией и значениями граничных условий;
3) Плоская решетка №83 [2]. Данная решетка плоская, имеет постоянное сечение по высоте.

Данные лопаточные венцы были выбраны по причине наличия экспериментальных данных, что позволило выполнить валидацию численных моделей рассматриваемых решеток.

Моделирование проводилось в программе NUMECA FineTurbo. Учет охлаждения был выполнен с помощью выдувов охладителя. Расположение выдувов было задано в виде координат. Направления выдува охлаждающего воздуха были заданы в виде направляющих косинусов. В качестве рабочего тела использовалась модель реального газа Air Real gas. Расчет моделей выполнен с заданной математической моделью турбулентности Spalart-Allmaras, являющейся менее ресурсоемкой при сохранении необходимой точности расчётов газовых турбин [3]. В качестве граничных условий были заданы полное давление газа, полная температура газа на входе и статическое давление на выходе решетки.

В качестве варьируемого параметра было выбрано количество элементов сетки по высоте лопатки NPH, приходящихся на одно отверстие выдува. При создании сеточных моделей задавался коэффициент роста элементов сетки ER=1,2 и параметр, характеризующий количество элементов в двумерной сетке на отверстие NPW равный 1. Были созданы сеточные модели с NPH=1…9.

Сеточная модель решетки 1 при значении NPH=9 содержала в пять раз больше элементов, чем при NPH=1. Расчётная зависимость эквидистантна экспериментальной. При увеличении расхода охладителя профильные потери в первом сопловом аппарате увеличиваются. Увеличение количества элементов по высоте, приходящихся на отверстие, приводит к увеличению интегрального значения потерь. Распределение угла потока рассчитанной численной модели совпадает с экспериментальным данными, наибольшее отличие составляет менее 2 град. В местах выдува охладителя угол потока имеет незначительное изменение.

В сеточной модели соплового аппарата 2 при изменении значения от NPH=9 до NPH=1 количество элементов уменьшается в 5 раз. Распределение потерь по высоте в расчётной модели зависит от параметра NPH, но интегральные значения потерь изменяются незначительно. При увеличении расхода охладителя профильные потери увеличиваются.

Изменение NPH приводит к небольшому изменению угла потока на выходе, расхождение между моделями с различными NPH не более 1 град.

Решетка 3 при NPH=1…9 имеет количество элементов от 2,9 млн до 16,4 млн. Характеристики данной решетки эквидистантны результатам эксперимента. При увеличении значения NPH относительный коэффициент скорости уменьшается, тем самым приближаясь к экспериментальным значениям. При рассмотрении распределения коэффициента скорости по высоте решетки можно заметить, что увеличение параметра NPH приводит к увеличению значений пиков коэффициента скорости в местах выдува охладителя, это связано с тем, что с увеличением параметра NPH детализируется учет изменения пространственной структуры течения из-за наличия выдувов охлаждающего воздуха. Угол потока на выходе данной решетки имеет аналогичное изменение при увеличении NPH, как и в остальных решетках.

В итоге было проведено исследование влияния параметра NPH на результаты расчета численных моделей. Параметр NPH влияет количественно на угол потока, но изменение угла между различными моделями в итоге составляет не более 1 градуса. Различия с экспериментом в случае с 1-й решеткой составляют от 0,5 градуса до 2 градусов. Увеличение параметра NPH также приводит к увеличению интегрального значения потерь (для решеток 1 и 3) или не влияет на уровень потерь (для решетки 2). Для большого количества расчетов достаточно применять сетки с параметром NPH равным 5-и, но в начале требуется произвести валидацию модели с сеткой, у которой NPH больше данного значения.

Список литературы:

1. Мамаев Б.И. Саха Р., Фрид Й.Е.А. — Аэродинамическое исследование охлаждаемого соплового аппарата турбины [Текст] — ООО “Сименс” — Королевский технологический институт, 2015 г;

2. Венедиктов, В.Д. — Атлас экспериментальных характеристик плоских решеток охлаждаемых газовых турбин [Текст]/А.С. Самойлов, Т.И. Анфалова, Т.А. Култыгина, Л.Н. Липская. М.: Типография ЦИАМ, 1990. — 393 с.

3. Попов Г.М. Численное моделирование рабочего процесса и расчета характеристик вентилятора ГТД с помощью методов вычислительной газовой динамики [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Г.М. Попов, Е.С. Горячкин, Ю.Д. Смирнова; О.В. Батурин Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). — Электрон. текстовые и граф. дан. (11,4 Мбайт). — Самара, 2014. — 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Оценка эффективности поршневого двигателя в составе силовой установки беспилотного летательного аппарата

Сальников А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Зиненков Ю.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
zinenkovy@mail.ru

Стремительное развитие беспилотных летательных аппаратов в мире приводит к тому, что возрастает потребность в авиационных двигателях широкой линейки мощностей. Причем, в каждом диапазоне необходимых мощностей требуется свой тип двигателей. К примеру, в диапазоне от 400 до 700 кВт наиболее высокими характеристиками обладают поршневые двигатели различных схем, основными из которых являются звездообразные, V-образные, турбокомпаудные и роторно-поршневые. Все из представленных двигателей имеют ряд достоинств и недостатков. При этом их объединяет то, что в нашей стране авиационные поршневые двигатели выпускать перестали, хотя потребность в них, при создании отечественных беспилотных летательных аппаратов в диапазоне взлётных масс от 100 до 5000 кг, имеется. Поэтому исследования, направленные на оценку эффективности поршневого двигателя в составе силовой установки беспилотного летательного аппарата с взлётной массой 5000 кг являются, в настоящий момент, актуальными.

Данная работа является продолжением ведущихся исследований на кафедре авиационных двигателей ВУНЦ ВВС по оценке эффективности различных типов двигателей в составе

силовых установок летательных аппаратов широкого спектра назначения. Следовательно, она укладывается в традиционную методику проведения расчетно-теоретических исследований, многократно апробированную и не вызывающую сомнений в свое адекватности и эффективности.

На этапе постановки задачи было определено, что объектом исследования станет беспилотный летательный аппарат отечественной разработки Альтаир с силовой установкой на базе двух поршневых двигателей мощностью 1000 кВт. В качестве прототипа двигателя использован немецкий дизельный двигатель Red A03.

Далее необходимо было подобрать программный инструмент проведения исследования, либо создать свой. Так как больших наработок в области исследования характеристик авиационных поршневых двигателей на кафедре авиационных двигателей не было, принято решение о проведении анализа существующих программных продуктов, в результате которого наиболее подходящим стал программный комплекс «Дизель РК» разработанный в МГТУ имени Н.Э. Баумана. При этом расчет аэродинамических характеристики и траекторных параметров движения по типовой программе полёта решено проводить на кафедральном инженерно-программном комплексе «Самолёт и двигатель».

С помощью указанного инструментария и проводится данная работа. В настоящее время произведено формирование базового варианта исследуемого объекта с получением необходимых данных для дальнейших параметрических и оптимизационных исследований по влиянию параметров рабочего процесса и программ управления на характеристики силовой установки и беспилотного летательного аппарата.

Трибологические исследования деталей двигателей летательных аппаратов, полученных методом селективного лазерного спекания

Селиверстов С.Д., Николаев И.А., Королева А.Г.
Научный руководитель — к.т.н. Ляховецкий М.А.
МАИ, Москва
seliverstovsd@mai.ru

В двигателестроении все чаще используют аддитивные технологии при производстве деталей двигателей летательных аппаратов: это позволяет реализовывать сложнопрофильные конструкции, снижать вес изделия, а также трудозатраты на производство. Однако, опыт использования таких технологий значительно меньше по сравнению с традиционными, что требует множество исследований в области применимости аддитивных технологий в производстве определенных деталей и узлов.

В данной работе рассмотрена проблема износа, возникающая в подвижных деталях газотурбинного двигателя, в частности — в лопатках входного аппарата. Для сравнительного эксперимента были изготовлены образцы из стали 12Х18Н10Т в виде пластин методом селективного лазерного спекания (SLS) на двух режимах: 0 и 90 градусов к плоскости печати. Также был изготовлен образец свидетель из фабричного материала той же марки. Полученные образцы испытывались на машине трения, разработанной на кафедре 205 МАИ. Было проведено по 3 эксперимента на каждом образце. Все эксперименты проводились при постоянной нормальной нагрузке Fн=1Н и фиксированном перемещении в 60 мкм. Тип контактного взаимодействия сфера/плоскость. Для определения величины объемного износа использовался профилометр SJ-210. Анализ полученных результатов не показал явных отличий в износе между образцами, полученными методом SLS и традиционным методом.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что детали, полученные методом трехмерной печати, будут иметь тот же износ, что и традиционным методом. В дальнейшем необходимо исследовать технологию на других режимах износа, а также исследовать возможность улучшения поверхности деталей после SLS.

Список литературы:

1. Николаев И.А. Исследование трибологических свойств твердых смазочных покрытий, полученных путем магнетронного осаждения и атмосферного плазменного напыления //

Тезисы XLV Международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения». 2019. С. 133.

2. Селиверстов С.Д., Ионов А.В., Боровик И.А., Мацаев А.А. Лазерная наплавка тепловых аккумуляторов для емкостного охлаждения // Тезисы XVIII Международной конференции «Авиация и космонавтика — 2019». 2019. С. 68.

3. Лесневский Л.Н., Ляховецкий М.А., Тюрик В.Н. Износо- и фреттингостойкость элементов двигателей и энергоустановок летательных аппаратов // Материалы XX Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций сплошных сред» имени А.Г. Горшкова. 2014. С. 139-140.

Модернизация компрессора ТВД

Синякин В.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нестеренко В.Г.
МАИ, Москва
vlad.siniy1996@yandex.ru

В современном мире турбовинтовые двигатели широко используется на лёгких многоцелевых самолётах.

В качестве прототипа взят двигатель Walter M-601. Это двухвальный двигатель с обратной схемой газовоздушного тракта, в которой вход воздуха осуществляется не непосредственно за винтом, а в конце «перевёрнутого» относительно носа самолёта двигателя.

Выход горячего газа осуществляется через поворотные на 180 градусов патрубки, установленные непосредственно за тянущим винтом. Такая конструктивная схема позволяет практически исключить попадание посторонних предметов в проточную часть двигателя и повреждение лопаточного аппарата компрессора при его запуске или при посадке ЛА.

Этот двигатель состоит из двух основных узлов — турбокомпрессора и приводной части винта, силовой турбины и редуктора.

Турбокомпрессор состоит из двух осевых и одной центробежной ступени компрессора, кольцевой камеры сгорания и одноступенчатой осевой турбины.

В данном проекте требуется заменить две осевые ступени компрессора на одну, с широкохордной лопаткой рабочего колеса компрессора и увеличить степень повышения давления за счёт высоконапорной центробежной ступени.

Новая лопатка рабочего колеса компрессора не будет иметь замка, и проектируется зацело с диском компрессора, такая конструкция получила название «блиск».

Проектируемый ротор компрессора ТИПА БЛИСК обеспечивает:

1. Уменьшение числа деталей ротора, поскольку одна ступень компрессора заменяет две ступени, существующие на прототипе. Таким образом, число лопаток снижается примерно в два раза. А если учесть, что новое рабочее колесо — это блиск, т.е. диск, зацело выполненный с лопатками, то число новых деталей уменьшается до минимума, одной детали.

2. Снижение трудоемкости процесса изготовления и сборки двигателя, поскольку намного быстрее установить блиск, чем сначала установить сам диск, а потом на него лопатки.

3. Повышение точности изготовления сборочной единицы ротора в связи с тем, что мы исключаем погрешности, связанные с индивидуальным изготовлением каждой лопатки и неточности её установки в замке диска.

4. Уменьшение расхода воздуха, а, следовательно, увеличение экономичности двигателя. Этот параметр наиболее важен с точки зрения снижения стоимости жизненного цикла двигателя.

Список литературы:

1. Агульник А.Б., Бакулев В.И., Голубев В.А, Кравченко И.В., Крылов Б.А. Термогазодинамические расчеты и расчеты характеристик авиационных ГТД /Под ред. В.И. Бакулева: Учебное пособие. — М.: Изд-во МАИ, 2002

2. Емин О.Н., Карасев В.Н., Ржавин Ю.А. Выбор параметров и газодинамический расчет осевых компрессоров и турбин авиационных ГТД. — М.: Из-во МАИ, 2004

3. Ржавин Ю.А. Осевые и центробежные компрессоры ДЛА. — М.: Изд-во МАИ, 1993
4. Сиротин Н.Н., Новиков А.С., Пайкин А.Г., Сиротин А.Н. Основы конструирования, производства и эксплуатации авиационных газотурбинных двигателей и энергетических установок в системе CALS технологий В. — М.: Наука, 2011. Кн. 1: Конструкция и прочность ГТД и ЭУ.
5. Иноземцев А.А., Нихамкин М.А., Сандрацкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. — М.: Машиностроение, 2008. Т. 1 — 3.
6. Виноградов А.С. Конструкция ТВД М-601. Электронное учебное пособие. Изд-во СГАУ, 2013

Анализ влияния работы малоразмерного газотурбинного двигателя на аэродинамические характеристики летательного аппарата

Спирин И.В.
Научный руководитель — Боровиков Д.А.
МАИ, Москва
ioannlaw@mail.ru

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в настоящее время получили большое распространение и применяются в различных сферах деятельности, решая разнообразные задачи, поставленные человеком. Будущее поколение БПЛА должно обладать рядом квалитативных преимуществ, в их числе низкий расход топлива, который предполагается достигнуть за счет увеличения аэродинамических свойств летательного аппарата. Поэтому исследование влияние двигателя на аэродинамические характеристики летательного аппарата является необходимым условием его прогресса.

Целью данной работы является: нахождение коэффициента аэродинамического сопротивления планера БПЛА и выходного устройства двигателя на разных скоростях и высотах полёта, а также анализ работы двигателя в системе летательного аппарата. Объектом исследования был выбран двигатель-прототип PegasusMk3 компании AMT Netherlands с расходом воздуха до 0,28 кг/с и тягой до 120 Н.

В качестве входных данных были выбраны несколько режимов работы двигателя, расчет велся на различных высотах и скоростях полёта, высота задавалась с помощью давления и температуры окружающего воздуха, также указывался расход воздуха, расход газа и температура газа. Характеристики двигателя были получены в результате термогазодинамического расчета [1], в котором использовались рассчитанные в трехмерной постановке характеристики воздухозаборника, компрессора, камеры сгорания, турбины и реактивного сопла [2]. Используя полученные результаты, с помощью математического моделирования в программном комплексе Ansys (CFX) [3], был выполнен расчет аэродинамических характеристик БПЛА с учетом истечения реактивной струи на различных углах атаки в трёхмерной постановке.

Для оценки аэродинамики летательного аппарата (ЛА), были выбраны коэффициент аэродинамического сопротивления и коэффициент подъёмной силы. В качестве критериев, оценивающих энергетическую установку приведены следующие характеристики: коэффициент восстановления полного давления в воздухозаборнике и аэродинамическое сопротивление сопла. Для сравнения разных режимов полёта, а также для дальнейшего анализа выходного устройства двигателя в системе ЛА были построены графики с исследованными параметрами относительно высотно-скоростных характеристик.

Исходя из результатов расчета, можно сделать вывод, что коэффициент аэродинамического сопротивления сопла двигателя на порядок меньше, чем коэффициент сопротивления планера ЛА, что говорит нам о незначительном влиянии выходного устройства на аэродинамические характеристики ЛА. Полученные результаты можно использовать для решения траекторных задач.

Список литературы:
1. Агульник А.Б., Бакулев В.И., Голубев В.А., Кравченко И.В., Крылов Б.А., Термогазодинамические расчеты и расчет характеристик авиационных ГТД, МАИ 2002 г. — 257 с.
2. Определение эффективной тяги дозвукового малоразмерного турбореактивного двигателя Боровиков Д.А., Агапов А.В., Склярова А.П., Горбунов А.А. В Авиация и космонавтика — 2018 Тезисы 17-ой Международной конференции. 2018. С. 66-67.
3. ANSYS: портал [сайт]. URL: https://ansyshelp.ansys.com (дата обращения 20.02.2020).

Изучение влияния параметров сеточной модели на результаты численного моделирования рабочего процесса охлаждаемой турбины

Сулейманов А.Р., Ращупкина А.В.
Научный руководитель — Волков А.А.
Самарский университет, Самара
artur.suleimanov1997@gmail.com

В представленной работе выполнено исследование влияния параметров сетки на результаты моделирования рабочего процесса выдува охладителя с поверхности соплового аппарата.

Объектами исследования являются три сопловых аппарата:

1. Решетка 1 — полноразмерный кольцевой сопловой аппарат турбины высокого давления[1],
2. Решётка 2 — СА охлаждаемой ТВД (отличной от 1)
3. Решётка 3 — «плоская решётка охлаждаемой газовой турбины» [2].

Для первой и третьей решетки известны экспериментальные данные, взятые из источников [1,2], с которыми и проводилось сравнение результатов расчета. Для решётки 2 сравнение расчета проводилось с результатами эталонной модели с высокой плотностью элементов.

Создание численной модели производилось в NUMECA FineTurbo. В качестве граничных условий на входе задавалось полное давление и полная температура, на выходе — статическое давление для обеспечения требуемого значения приведенной скорости. На поверхности лопатки моделировался выдув охладителя в виде выдувов с ячеек расчетной сетки. Расход воздуха через отверстия задавался в соответствии с режимом работы.

Обработка результатов расчёта выполнялась в NUMECA CFview.

Рассчитывались следующие величины:

1. Коэффициент потерь в решётке.
2. Угол потока на выходе из решётки.

Течение в области выдува охладителя из отверстия имеет сложную вихревую структуру, поэтому исследование влияния размерности сеточной модели проводилось с учетом количества элементов, приходящихся на отверстие в двумерной сетке — параметр NPW

Исследование влияния параметра NPW выполнялось для сеток, в которых количество элементов в отверстии по высоте равно 1. Количество элементов в трехмерной сетке варьировалось для решётки 1: от 6,4 млн элементов (NPW=1) до 16,4 млн элементов (NPW=9), для решётки 2: от 5.8 млн элементов (NPW=1) до 21 млн элементов (NPW=5), для решётки 3: от 2.9 млн элементов (NPW=1) до 10,5 млн элементов (NPW=9).

Для решетки 1 результаты расчета при изменении параметра NPW качественно одинаковы, а характер изменения градиента потерь при увеличении расхода охладителя полностью совпадает с экспериментальным. Увеличение числа элементов, приходящихся на одно отверстие, приводит к уменьшению профильных потерь и увеличению вторичных. В результате при увеличении параметра NPW интегральное значение коэффициента потерь растет. Распределение угла выхода потока качественно согласуется с экспериментом, расхождение не превышает 1 градус. Изменение NPW не влияет на распределение угла в области профильных потерь, но наблюдаются незначительные изменение характерных пиков в области вторичных потерь.

Для решетки 2, как и в предыдущем случае изменение параметра NPW приводит лишь к количественным изменениям, а качественный распределения параметров остается прежним. При увеличении количества элементов, приходящихся на отверстие коэффициент профильных потерь уменьшается, а вторичных увеличивается. Интегральное значение потерь с ростом NPW растет. На распределение угла выхода потока изменение количества элементов, приходящихся на отверстие в плоской сетке, не оказывается существенного влияния.

Для решетки 3 изменение параметра NPW приводит как к качественному, так и к количественному изменению характеристики зависимости коэффициента скорости от расхода охладителя. При рассмотрении распределения коэффициента скорости по высоте лопатки также можно сделать вывод о том, что изменение количества элементов приводит к смещению характеристики вдоль оси абсцисс. При сравнении контуров скорости видно, что изменение количества элементов в двухмерной сетке в рассматриваемом диапазоне приводит к детализации распределения контуров скорости в местах выдува. Распределение выходного угла при изменении NPW качественно не изменяется, а только происходит смещение характеристики вдоль оси абсцисс.

Таким образом, исследовано влияния количества элементов в отверстии при изменении количества элементов двухмерной сетки (параметра NPW) на результаты расчета численных моделей рабочего процесса охлаждаемых турбин с использованием выдувов с поверхности ячеек. Установлено, что: увеличение параметра NPW не приводит к качественному изменению зависимостей интегральных потерь от расхода выдува охладителя и распределения параметров (коэффициента потерь, угла потока на выходе) по высоте лопатки. Видно, что рассчитываемые характеристики при NPW=5 и NPW=7 незначительно отличаются друг от друга. Для решётки 1 при NPW=5 достигается сеточная сходимость и дальнейшее увеличение параметра NPW не приводит к существенному изменению характеристики. Рекомендуемое значение параметра NPW не менее 1 для определения интегральных параметров численных моделей рабочего процесса охлаждаемых турбин.

Список литературы:

1. Мамаев Б.И. Саха Р., Фрид Й.Е.А. — Аэродинамическое исследование охлаждаемого соплового аппарата турбины — ООО “Сименс” — Королевский технологический институт, 2015 г.

2. Венедиктов В.Д. — Атлас экспериментальных характеристик плоских решеток охлаждаемых газовых турбин. — М.: ЦИАМ, 1990. — 393 с.

Анализ полётных циклов беспилотных летательных аппаратов с малоразмерными воздушно-реактивными двигателями различных схем и компоновок

Тезиков С.Е.
Научный руководитель — Боровиков Д.А.
МАИ, Москва
slavtez@mail.ru

Развитие и улучшение любого вида современного транспорта всегда определялось возможностями двигателей. Данное явление происходит и с малоразмерной авиацией, в особенности с беспилотными летательными аппаратами. Их дальнейшее совершенствование будет определять то, насколько эффективными окажутся тягово-экономические параметры двигателей для таких летательных аппаратов. На данный момент основной схемой малоразмерных воздушно-реактивных двигателей для беспилотных летательных аппаратов является одновальная одноконтурная схема, которая почти изжила свой потенциал. Исходя из этого, было предложено перейти к двухконтурной одновальной схеме двигателя.

Целью данной работы является сравнение результатов расчетов полётных циклов на основе имеющихся характеристик малоразмерных воздушно-реактивных двигателей одноконтурной и двухконтурной схемы для беспилотного летательного аппарата.

Для решения данной задачи было решено использовать программный комплекс MATLAB Simulink, в котором была составлена математическая модель двигателя в системе летательного аппарата. В качестве одноконтурного двигателя был взят Pegasus, имеющий расход воздуха 0.280 кг/с и тягу от 120 Н на рабочем режиме. Двигатель двухконтурной схемы был разработан на основе Pegasus'а и имел 400 Н тяги и расход воздуха 1.140 кг/с на расчетном режиме. Для двухконтурной схемы рассматривались различные компоновки с летательным аппаратом: компоновка аналогичная одноконтурному, компоновка с увеличенными баками (40 кг) и компоновка с полезной нагрузкой в 20 кг. В результате был выявлен ряд преимуществ двухконтурной схемы для микро-ТРД над одноконтурной, что говорит о целесообразности перехода к двухконтурной схеме.

Повышение малоцикловой усталости ёлочных пазов диска турбины низкого давления методом ультразвукового упрочнения

Томашевич А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Теряев Д.А.
МАИ, Москва
alkinsynode1@mail.ru

Особенность остаточных напряжений, образующихся в ёлочных пазах, в частности заключается в том, что они действуют практически только в поверхностных слоях глубиной в несколько десятых долей миллиметра. Однако, как показывает опыт эксплуатации, остаточные напряжения в поверхностном слое могут повлиять на прочность всей детали, особенно при действии знакопеременных напряжений. Игнорирование данной проблемы может привести к серьёзному уменьшению ресурса и надёжности всего двигателя ввиду разрушения ёлочного паза и последующего за этим вылета лопатки из него, что становится причиной разрушения частей двигателя по траектории вылета лопатки.

Основных факторов, вызывающих возникновение остаточных напряжений в ёлочных пазах два — это пластическая деформация при силовом воздействии и нагревание поверхностных слоев.

Ёлочные пазы дисков турбин при работе испытывают сильные напряжения, которые обладают большим разнообразием: напряжения на разрыв от центробежных сил, напряжения изгиба от газовых сил, а также напряжения кручения в случае, если лопатка имеет закрученный профиль. Кроме того, необходимо учесть, что рабочая температура газа на входе в турбину низкого давления составляет 1297 К, что приводит к нагреванию диска ТНД до 463 °С и, потому, создаются дополнительные растягивающие остаточные напряжения от термического влияния.

Для ослабления действующих на ёлочный паз напряжений, был использован метод ультразвукового упрочнения дробью. Ударяясь о поверхность паза, дробь создаёт компенсирующие действующие нагрузки напряжения сжатия, улучшая характеристики паза при его рабочем нагружении.

Для упрочнения паза использовалась дробь французской марки Acler диаметром 1 мм из стали 100С6 (Отечественный аналог — ШХ15). Режим обработки: амплитуда — 120 мкм, частота — 20 кГц, время — 5 мин. В результате, шарики проникают на глубину ~15 мкм, судя по диаметру отпечатков в диапазоне от 0,2 до 0,3 мм, что, в свою очередь, по расчётам, создаёт напряжения сжатия -599 МПа, что отлично компенсируют возникающие остаточные напряжения, как бывшие в пазе после механической обработки, так и при воздействии температур. В свою очередь, это повышает малоцикловую усталость паза (на базе 5000 циклов) со 124 МПа до 155 МПа, что хорошо сказывается на ресурсе и надёжности двигателя.

Основные тенденции развития двигателестроения и определяющие факторы двигателей нового поколения

Фаносян Р.А., Комарова П.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Зрелов В.А.
Самарский университет, Самара
rfanosyan@bk.ru

Следующим поколением газотурбинных двигателей является шестое. Требования, предъявляемые к ТРДД шестого поколения:

• Уменьшение удельного расхода топлива на 20-25% по сравнению с двигателями 5 поколения;
• Улучшение экологичности;
• Понижение уровня шума;
• Уменьшение стоимости послепродажного обслуживания и производства.

Схемные решения, позволяющие достигнуть поставленные задачи:

• ТРДД с высоким и сверхвысоким значением степени двухконтурности;
• Турбовинто-вентиляторные двигатели;
• ТРДД с промежуточным охлаждением и регенерацией тепла;
• Распределенные силовые установки;
• Двигатели с гибридным приводом вентилятора (газотурбинный + электрический привод).

Также, шестое поколение может быть последним на традиционном топливе, так как максимальная температура горения керосина около 2500 Кельвинов. В настоящее время в экспериментальных двигателях достигнута температура газа перед турбиной 2000-2100 Кельвинов.

В результате анализа развития параметров авиационных двигателей, предлагается перейти к использованию в качестве топлива сжиженного природного газа и жидкого водорода. Эти топлива имеют большую теплотворную способность и хладоресурс, нежели традиционный керосин. Большой хладоресурс криогенного топлива предлагается использовать не только для охлаждения элементов конструкции, но и для охлаждения воздуха, поступающего в компрессор, что позволит увеличить его плотность и степень повышения давления в компрессоре или уменьшить количество ступеней существующей конструкции компрессора.

Перевод газотурбинных двигателей на криогенное топливо позволит улучшить термодинамический цикл за счет более высокой температуры цикла и рационального использования хладоресурса топлива.

Для реализации этой идеи на первом этапе необходимо решить следующие задачи:

• Разработать схему топливной системы двигателя;
• Разработать конструктивную схему двигателя;
• Разработать конструктивную схему теплообменного аппарата.
• Проанализировать и подобрать конструкционные материалы, применимые к проекту.

Анализ технологии создания керамического свободнопоршневого двигателя с линейным генератором для БПЛА

Фертиков А.О.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Силуянова М.В.
МАИ, Москва
alexfertikov@gmail.com

На борту барражирующего БПЛА с винтовым движителем, приводимым во вращение электродвигателями, необходимо иметь значительный запас электроэнергии, однако, ввиду ограниченной емкости аккумуляторов предложена концепция подзарядки аккумуляторов во

время полёта от малоразмерного свободнопоршневого двигателя Стирлинга с линейным генератором.

Высокая эффективность преобразования тепла в электроэнергию и низкий расход топлива достигаются лишь при применении термодинамических циклов с высоким уровнем температур рабочего тела от 1500°С, верхний предел которой определяется стойкостью используемых конструкционных материалов, а также отсутствием процессов износа, т.е. отсутствия нагруженных узлов трения.

Этим требованиям отвечают свободнопоршневые двигатели Стирлинга, используемые совместно с линейными электрическими генераторами. Основными достоинствами такой системы генерации энергии (СГЭ) являются высокий коэффициент полезного действия, обусловленный подводом – отводом тепла к рабочему телу при постоянных температурах, (КПД цикла Стирлинга равен КПД цикла Карно), и хорошие массогабаритные показатели, получаемые вследствие высокого уровня давления рабочего тела (≈10 МПа). В установках этого типа отсутствуют нагруженные боковыми усилиями узлы трения, что определяет возможность достижения большого ресурса. Линейные генераторы, в которых используются высокоэнергетические постоянные магниты на основе неодима или самарий-кобальта, конструктивно просты, их КПД превышает 90%, а массогабаритные показатели достаточно высоки.

При внесении в конструкцию специально разработанных антифрикционных керамоматричных покрытий и деталей с высокой температурой начала плавления (более 2500°С), удается создать цикл без потерь на трении, с высокой начальной температурой т давлением рабочего тела и повышенной скоростью протекания цикла, что позволяет затрачивать минимальное количество топлива и приводит к значительной (в пять раз) экономии топлива.

В качестве основной схемы такой СГЭ с линейным генератором принята четырехмодульная (четырех-поршневая) система с четырехканальным генератором, т.к. по комплексу характеристик она превосходит схему со встречно движущимися двумя поршнями и одним линейным генератором между ними.

Частота колебаний (ход поршня) является одним из важнейших параметров, определяющих характеристики СГЭ. Для её определения необходимо знать показатели термодинамического цикла, геометрию рабочих объемов и массу участвующих в движении частей.

Двигатели Стирлинга имеют небольшую степень сжатия — (1,5 – 2,5), что обусловлено относительно большим объемом полостей, занятых рабочим телом в теплообменниках. В связи с этим, зависимость давления от объема при изотермическом сжатии-расширении близка к линейной, что предопределяет близкий к гармоническому вид колебаний. Максимальную скорость подвижные части имеют при среднем положении поршней, и их кинетическая энергия равна разности работ расширения–сжатия при перемещении рабочих поршней из среднего в крайние положения.

Расчеты показали следующие зависимости, что:

• Допустимый ток в обмотке генератора прямо пропорционален высоте постоянного магнита,

• Генерируемая мощность, равная произведению тока на напряжение, пропорциональна объему постоянного магнита, т.е. кубу линейного размера,

• Мощность линейного генератора в данном схеме пропорциональна квадрату хода якоря, а масса его соответственно кубу хода.

Проектирование сверхзвукового двигателя для гражданской авиации

Циулин И.Г.
Научный руководитель — Филинов Е.П.
Самарский университет, Самара
ivanboba46@mail.ru

Мир нуждается в быстрых авиаперевозках, их важность обусловлена тем что можно использовать полёты на сверхзвуковых скоростях не только в военных действиях, но и для перевоз товаров и гражданских пассажиров. В этой сфере авиаперелетов сейчас много не решённых проблем, связанных с обеспечением безопасности во время полёта, конструкции фюзеляжа летательного аппарата и устройств взлётно-посадочных механизмов. Так же есть люди которым противопоказаны длительные авиаперелеты, сверхзвуковой транспорт смог бы решить проблему и упростить их жизнь. Создание сверхзвуковой гражданской авиации может создать новые экономические преимущества и рабочие места.

Для того чтобы воплотить идеи о сверхзвуковых перевозках нужно решить ряд задач:

1) Изучить особенности достижения звуковых и сверхзвуковых скоростей летательным аппаратом.

2) Изучить историю и ТТХ первых сверхзвуковых пассажирских лайнеров. оценки.

3) Начертить максимально приближенную схемы силовых установок, используемых в сравнении.

4) Рассчитать различные режимы работы двигателей и произвести расчеты полных ТТХ силовых установок.

5) Выполнить оптимизацию рабочего процесса двигателей в системе летательного аппарата

6) Выбрать 3 самых эффективных и экономически выгодных экземпляра, для поставленных перед ними задач.

Перед новыми лайнерами и двигателями в частности будут ставиться разного рода задачи. Для примера будут спроектированы разные силовые установки для разной дальности полёта, ведь для скоростных полётов на 5000 км и на 20000 км большее влияние имеют различные экономические факторы.

На начальных этапах проектирование двигателей в первую очередь обращаем внимание на выбор типа двигателя и на его главные расчетные характеристики: масса, тяга в различных режимах полёта, расход топлива, степень двухконтурности и конструктивные особенности.

В итоге планируется провести оценку всех выполненных расчетов и продолжить исследование над разработкой наиболее перспективных экземпляров.

Оптимизация параметров силовой установки многофункционального истребителя

Чернов И.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Зиненков Ю.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
yura2105@mail.ru

Созданием многофункционального, отвечающего требованиям пятого поколения истребителя, отечественное авиационное производство успешно занимается уже более 15 лет. Сейчас активно проходят его различные испытания, о чем можно услышать и увидеть из средств массовой информации. При этом одним из недостатков данного летательного аппарата является отсутствие в составе его силовой установки авиационного двигателя пятого поколения. Исходя из этого, работа, посвященная оптимизации параметров авиационной силовой установки такого многофункционального истребителя (МФИ) является актуальной.

Силовая установка исследуемого истребителя основана на базе классического двухконтурного турбореактивного двигателя с форсажной камерой сгорания. В настоящее

время, перспективным считаются двигатели с повышенными параметрами рабочего цикла, степени повышения давления, температуры газа перед турбиной и степени двухконтурности. Все эти возможности можно реализовать только на дозвуковых летательных аппаратах, а, как известно, на скоростях полёта более двух чисел Маха неэффективно иметь высокими степень повышения давления и степень двухконтурности, так как КПД двигателя резко снижается. В связи с этим идет поиск альтернативных схем, одной из которых является схема трехконтурного двигателя. По прогнозам западных специалистов использование третьего контура может снизить удельный расход топлива до 30 %, хотя собственные расчеты и расчеты других известных специалистов нашей страны показывают повышение не более 8-10 %. При таком незначительном повышении удельного расхода топлива стоит вопрос о целесообразности проводимых мероприятий, так как усложнение конструкции может не волне оправдать полученный результат.

В ходе данной работы были проведены ряд исследований направленные на оценку эффективности трехконтурного двигателя в составе силовой установки МФИ. За базовый вариант летательного аппарата был взят истребитель СУ-57. При этом его силовая установка формировалась на базе двухконтурного двигателя АЛ-41. Для проведения расчетно-теоретических исследований была создана математическая модель трехконтурного двигателя, с учетом веса. Для расчета аэродинамических характеристик и параметров движения использовались математические модели, ранее разработанные на кафедре авиационных двигателей. Оптимизация параметров силовой установки МФИ проводилась методом непрямой статистической оптимизации на основе самоорганизации. Особенностью проводимых исследований являлось то, что расчеты необходимо было проводить по нескольким типовым для истребителя программ полёта.

В результате проведенных исследований получен обширный банк параметров и характеристик силовой установки и летательного аппарата. При этом проведен анализ возможных вариантов программ полёта, при использовании которых можно добиться более существенного снижения удельного расхода топлива, для достижения целесообразности применения третьего контура.

В дальнейшем планируется провести исследования по поиску путей повышения эффективности МФИ за счет использования нетрадиционных схем его силовой установки.

Термогазодинамический расчет трехконтурного реактивного двигателя и сравнение его удельных характеристик с характеристиками существующих двигателей

Чжун Хьюнг Чжун
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Яковлев А.А.
МАИ, Москва
hjjun97@gmail.com

Программа развития авиадвигателей под названием «ADVENT», коротая проводится под управлением США, включает в себя развитие трехконтурного турбореактивного двигателя. Основная цель этой программы — разработать двигатель, оптимизированный для различных проектных точек. При разработке предыдущих поколений авиадвигателей разработчики стремились либо только к большой тяговооруженности (высокой скорости истечения из сопла в которой нуждается большинство двигателей реактивных истребителей), либо только к высокой топливной эффективности, в которой нуждается большинство коммерческих двигателей. Предполагается, что двигатель, который будет разработан под программой ADVENT будет обладать обеими вышеупомянутыми характеристиками.

Если рассматривать классический ТРДД без смешения потоков, то через внешний контур проходит холодный воздух и выбрасывается наружу через сопло без подведения тепла. В Случае схемы ТРДДсм воздух второго контура смешивается с горячим воздухом, вытекающий из внутреннего контура(газогенератора) и выбрасывается через общее для обоих контуров сопло, в результате чего увеличивается тяга. При разработке трехконтурного

турбореактивного двигателя, аналогично случаю двухконтурного двигателя, добавляется ещё один внешний контур, создавая дополнительный холодный поток.

В работе рассматривается термогазодинамический расчет трехконтурного турбореактивного двигателя в стандартной атмосфере. В результате вычислений получены удельная тяга и удельный расход топлива и производится сравнение этих параметров с удельными характеристиками существующих двигателей. При создании программы для проведения термогазодинамического расчета использовался алгоритм приведенный в работах [1,2]. Для проведения сравнения с другими двигателями использовалась графики удельных параметров разных типов двигателей [3].

Список литературы:

1. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Учебник/В. И. Бакулев, В. А. Голубев, Б. А. Крылов и др.; Под редакцией В. А. Сосунова, В. М. Чепкина — М.: Изд-во МАИ, 2003. — 688 с.: ил.

2. Агульник А.Б., Бакулев В.И., Голубев В.А. и др. Термогазодинамические расчеты авиационных газотурбинных двигателей на ЭВМ в режиме диалога: Учебное пособие/ Под ред. проф. В.И. Бакулева. М.: Изд-во МАИ, 1996. — 84 с: ил.

3. Акимов В.М., Бакулев В.И. и др. Теория и расчет воздушно-реактивных двигателей. Учебник для вузов — 2-е изд., перераб. и доп. Под ред. С. М. Шляхтенко. М.: Машиностроение, 1987 — 568 с.: ил.

Анализ состояния вопроса исследования возможности использования гибридных и электрических силовых установок для магистральных самолётов

Чэнь Болунь
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Яковлев А.А.
МАИ, Шанхай, Китай
Bolunchen@mail.ru

В настоящее время одними из наиболее значимых целей в авиации являются снижение энергопотребления и, в то же время, снижение воздействия на окружающую среду. Рядом организаций были разработаны амбициозные планы в отношении характеристик будущих самолётов. Например, Консультативный совет по исследованиям в области авиации в Европе (ACARE) в своем проекте Flightpath 2050 предусматривает снижение шума самолётов на 65%, выбросов NOx на 95% и выбросов CO2 на 75% по сравнению с показателями гражданских самолётов 2000 года. Для достижения этой цели необходимо создать новые типы силовых установок и их новые компоненты.

Привлекательные особенности электрических движителей состоят в том, что они выигрывают от повышения эффективности в цепочке преобразования энергии и сильного уменьшения выброса CO2 и NOx. В исследованиях НАСА показывается что при использовании подобных силовых установок имеется потенциал для снижения затрат топлива на 70-90% и снижения выброса NOx более чем 75%. При этом у подобных систем есть своя проблема — масса. Согласно работы, традиционный двигатель внутреннего сгорания обладает наименьшей массой и, следовательно, эффективная плотность энергии почти 1600 Втч/кг. Гибридная электрическая система, которая добавляет генератор и электродвигатель, обладает меньшей эффективной плотностью энергии — 900 Втч/кг. Если рассматривать системы, основанные на использовании аккумуляторов в качестве источников энергии, то можно отметить что в настоящее время имеющаяся батарея обеспечивает удельную энергоёмкость до 200 Втч/кг, при этом дальнейшее их развитие может привести к значениям порядка 250 Втч/кг, что ещё недостаточно для силовых установок для магистрального самолёта.

Также следует отметить, что одним из преимуществ электрического движителя, как силовой установки самолёта, является возможность использования распределенной силовой установки, т.е. распределения движителей по планеру летательного аппарата, например, вдоль

крыла, а не только рядом с источником энергии. Благодаря этому открываются новые идеи в проектировании самолёта в различных областях, включая аэродинамику, управление транспортным средством и акустику.

В исследовании Делфтского технического университета, была проведена оценка 35 возможных компоновок гибридной электрической силовой установки для самолёта A320 при полёте с крейсерской скоростью M=0,78. При этом, согласно полученным результатам, летательный аппарат с распределенными движителями (DP) не обладает лучшими характеристиками. Это связано с большей массой гибридной силовой установки по сравнению с силовой установкой на базе ГТД — максимальная взлётная масса самолёта с DP возрастает на 40%, удельный расход увеличивается на 7%.

В исследовании самолётов с DP отмечается, что с увеличением числа винтов движетелей максимальная взлётная масса будет уменьшаться до уровня A320 с стандартной силовой установкой и даже ниже, при этом уровень шума тоже падает.

С ростом цен на топливо и расширением спроса на авиаперелеты, возникает острая необходимость в дозвуковых «ультра-зеленых» самолётах. Можно предположить, что гибридная силовая установка обеспечит большую тепловую эффективность и более низкий уровень шума, и, таким образом, самолёт с подобной силовой установкой будет перспективным. В свою очередь полностью электрические движители ещё имеют много проблем. В частности, без прорывного развития технологии аккумуляторных батарей для полностью электрических самолётов в магистральных летательных аппаратах будет практически невозможно использовать полностью электрическую силовую установку. Анализ исследованной литературы показал, что для гибридного самолёта самым главным и срочным вопросом, требующим решения является уменьшение массы его силовой установки.

Секция №2.2 Энергетические системы и их применение

Эффективная газотурбинная установка с внешним регенеративным блоком

Андриев А.А., Анкудимов В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Лиманский А.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
a.andriev@bk.ru

В настоящее время, мощность эксплуатируемых газотурбинных установок (ГТУ) составляет порядка 12…25 МВт, что не отвечает современным требованиям по повышению мощности до 40 МВт, предъявляемым газодобывающей промышленностью, поэтому ставиться задача увеличения номинальной мощности производимых газогенераторов. Учитывая, что создание новых ГТУ повышенной мощности, требует значительно больших финансовых затрат, по сравнению с доработкой существующих экземпляров, в настоящей работе предлагается идея форсирования мощности существующих ГТУ на примере использования газотурбинного двигателя (ГТД) АЛ-31СТ, позволяющая повысить исходную мощность в 2 и более раз.

Как показывает опыт, использование в регенеративном цикле ГТУ продуктов сгорания базового газогенератора не даёт существенного прироста мощности и КПД, поэтому авторами предлагается ГТУ с выносным регенеративным энергоблоком, в которой продукты сгорания базового газогенератора не участвуют в процессе регенерации. Рассматриваемая ГТУ представляет из себя: базовый газогенератор — ГТД АЛ-31СТ, механически соединённый с комбинированным компрессором (КК), из которого воздух, отбираемый от атмосферы, поступает в регенеративный теплообменный аппарат (РТА), где происходит его нагрев, после чего он поступает в выносную камеру сгорания (ВКС), а оттуда в выносную силовую турбину (ВСТ), которая механически соединена с газоперекачивающим агрегатом, после чего продукты сгорания поступают в РТА и впоследствии отбрасываются в атмосферу.

Упомянутый КК представляет из себя жёстко связанные между собой компрессор низкого (КНД) и высокого (КВД) давления, имеющие частоту вращения КНД, причём вся полезная мощность базового газогенератора используется для привода данного компрессора. С учётом характеристики КВД суммарная степень повышения давления КК составляет 7,2 при расходе воздуха 62 кг/с. Воздух в РТА нагревается на 420 К и на выходе из регенератора составляет 1000 К. ВСТ имеет три ступени при температуре газа на входе 1500 К, располагаемом теплоперепаде в 580 кДж/кг и частоте вращения 4800 об/мин, соответствующей частоте вращения привода газоперекачивающего агрегата в безредукторном варианте.

Отметим, что возможно как полное использование свободной турбины АЛ-31СТ, при условии доработки системы охлаждения, для обеспечения надёжной работы при температуре продуктов сгорания за ВКС, так и его камеры сгорания. В качестве РТА может

быть использован серийно выпускаемый теплообменный аппарат «Анод» с некоторой доработкой с учётом расходов газа и воздуха. Выхлопные газы, отбрасываемые в атмосферу из базового газогенератора АЛ-31СТ и РТА могут быть также полезно использованы в утилизационном теплообменном аппарате, например, с целью подогрева воды для внутренних нужд станции или централизованного водоснабжения.

С учётом того, что исходный ГТД АЛ-31СТ имеет эффективную (полезную) мощность 16 МВт и КПД 36,5 %, предлагаемая ГТУ позволяет достичь эффективную мощность 34,6 МВт при повышении КПД более чем на 2%. То есть рассматриваемая установка даёт возможность форсировать ГТД АЛ-31СТ в 2,16 раза.

Паровая турбина для питательного насоса теплоэлектроцентрали

Анкудимов В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сыченков В.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
vladimir.ankudimov@inbox.ru

В настоящее время, в паротурбинных установках (ПТУ), применяемых на теплоэлектроцентралях, в качестве приводов питательных насосов используются преимущественно электродвигатели. При этом они обладают рядом существенных недостатков: электродвигатели больших мощностей громоздки, максимальная мощность выпускаемых электродвигателей ограничена 8 МВт, для работы им необходима постоянная частота вращения, что создаёт сложности с регулированием подачи и напора насоса, к тому же из-за недостаточных частот вращения им необходим повышающий редуктор. Учитывая указанные недостатки и рассмотрев варианты их замены, можно сделать вывод, что на данный момент, наиболее оптимальным вариантом их замены являются паровые турбины, которые по сравнению с электродвигателями, легко поддаются регулированию по мощности и частоте вращения, обладают более высокими частотами вращения и, как следствие, позволяют уменьшить количество ступеней насоса и отказаться от редуктора.

В данной работе предлагается заменить электродвигатель питательного насоса ПТУ на паровую турбину, работающую на паре, отбираемом от приводной турбины после отработки. При этом важно определить оптимальное место отбора пара, от которого зависит давление пара на входе в паровую турбину и, как следствие, число ступеней турбины и высота лопаток. Высокое давление пара обеспечивает малое количество ступеней и малый расход пара, но при этом и малые высоты лопаток, что, как известно, ведёт к снижению КПД турбины. Если же отбор осуществляется при пониженных давлениях пара, это ведёт к увеличению расхода пара, возрастанию высоты лопаток и числа ступеней.

При расчётах были использованы следующие исходные данные: мощность приводной турбины 1,8 МВт, потребное давление воды на выходе из насоса 13 МПа при давлении на входе в насос 0,15 МПа и расходе воды 90 кг/с. В результате вариантных расчётов было выбрано оптимальное место отбора пара, при этом полное давление пара на входе в турбину составило 1 МПа, на выходе 0,25 МПа, что обеспечивает 3 ступени паровой турбины при высоте сопловых лопаток на выходе 22 мм, расходе пара через турбину 8,5 кг/с и частоте вращения 12900 об/мин; при этом мощность насоса составила 1,7 МВт при его полном КПД 62,6 %.

Численное исследование влияния масштабного фактора на процесс горения углеводородного топлива

Клюев А.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Гурьянов А.И.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
alex5-1999@mail.ru

Существующие литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы для смартфонов, ноутбуков и других портативных устройств имеют низкую энергетическую плотность, около 0.2 кВтч/кг [1, 2, 3], что в условиях развития вычислительной техники является проблемой. Продолжительность функционирования смартфонов остается неизменным несколько лет. Увеличение времени работы возможно за счет пространственного масштабирования аккумулятора, но тогда устройство станет не удобным и не рентабельным. Как известно, аккумуляторы со временем теряют максимальную удельную мощность. Возникает экологическая проблема их утилизации.

В качестве альтернативны аккумуляторам на основе лития, разрабатываются аккумуляторы на основе углеводородного и водородного топлива, которые обеспечивают энергетическую плотность в 40 – 75 раз выше [4]. Такого рода батареи используются в

микроэлектромеханических системах (МЭМС), микроспутниковых двигателях и микровоздушном транспорте [5, 6].

Для реализации генератора энергии используется микрокамера сгорания [7] и micro-TPV генератор [8]. Последнее представляет собой устройство получения электроэнергии, которое использует фотоэлектрические элементы, для преобразования теплового излучения от сжигания топлива в электричество. Микрокамера сгорания является источником энергии. Её размеры обычно определяются миллиметровыми и субмиллиметровыми масштабами.

В работе проведен сравнительный анализ микромасштабной камеры сгорания, включающих в себя численное исследование параметров реакции горения в зависимости от пространственного масштаба (10-1, 10-2, 10-3, 10-4, 10-5) м. Модель установки состоит из двух каналов с круглым поперечным сечением. Канал подвода углеводородного топлива (метана) находится внутри канала с окислителем.

Результаты численного моделирования позволяют спроектировать камеру сгорания, определить основные параметры, наиболее эффективные способы подачи топлива и окислителя, полноту сгорания топлива.

Список литературы:

1. Fernandez-Pello A.C. Micropower generation using combustion: issues and approaches [Text] / A.C. Fernandez-Pello // Proceedings of the Combustion Institute 2002;29:883-99.

2. Kang, K. Electrodes with high power and high capacity for rechargeable lithium batteries [Text] / K. Kang, YS. Meng, J. Breger, CP. Grey, G. Ceder // Science 2006;311(5763): 977-80.

3. Ju Y. Maruta Kaoru. Micro-combustion: technology development and fundamental research [Text] / Y. Ju, K. Maruta // Prog Energy Combust Sci 2011;37(6):669–715.

4. Chou, S.K. W.M. Yang, K.J. Chua, J. Li, K.L. Zhang. Development of micro power generators — A review [Text] / S.K. Chou, W.M. Yang, K.J. Chua, J. Li, K.L. Zhang // National University of Singapore 2010;16

5. Chigier N. A review of micro propulsion technology [Text] / N. Chigier, T. Gemci // 41st Aerospace Sciences Meeting and Exhibit 2003:6–9.

6. Yetter R. Development of meso and micro scale liquid propellant thrusters [Text] / R. Yetter, V. Yang, Z. Wang, Y. Wang, D. Milius, M. Peluse, et al. // AIAA Paper 2003;676.

7. Waitz IA. Combustors for micro-gas turbine engines [Text] / IA. Waitz, G. Gauba, ST. Yang // ASME J Fluids Eng 1998;120:109–17.

8. Yang WM. Development of microthermophotovoltaic system [Text] / WM. Yang, SK. Chou, C. Shu, ZW. Li, H. Xue // Appl Phys Lett 2002;81:5255–7.

Повышение теплоотдачи и критических тепловых потоков с помощью обработки поверхности методом деформированного резания и интенсификации смачиваемости микроструктурированных поверхностей

Коханова Ю.С., Куимов Е.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Попов И.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
yulkoh@yandex.ru

Для создания систем охлаждения к современным теплообменным поверхностям для кипения предъявляется ряд требований. Основное из них — отвод больших тепловых потоков при относительно низких разностях температур стенки и жидкости. Для этого требуется проанализировать и обеспечить начало пузырькового кипения при меньших разностях температур между горячей стенкой и жидкостью; более высокие коэффициенты теплоотдачи при заданной разности температур стенки и жидкости; увеличение критического теплового потока, который идентифицирует начало кризиса кипения. Специальной обработкой поверхности (механическая обработка, формование или нанесение покрытий) можно создать открытые полости (полузакрытые выемки), которые «захватывают» пузырьки пара на поверхности и способствуют дальнейшему парообразованию в жидкостях с малыми силами поверхностного натяжения.

Целью работы являлось провести экспериментальное исследование статического и динамического угла смачивания водой гладкой и микроструктурированных поверхностей с различной микроструктурой поверхности, полученных методом деформирующего резания и различными геометрическими параметрами; установить взаимосвязь статических и динамических углов смачивания микроструктуры с геометрическими параметрами поверхности и описать взаимосвязь теплоотдачи и критических тепловых потоков на поверхностях кипения различной структуры, полученных методами деформирующего резания, со статическими и динамическими углами смачиваемости.

Существующие физические модели зарождения паровых пузырей на твердой поверхности показывают значительное влияние краевого угла смачивания для различных пар жидкость-охлаждаемая стенка. Величина поверхностного натяжения имеет решающее значение для смачиваемости поверхности и для характера образующихся пузырьков. Если жидкость обладает большой склонностью к смачиванию поверхности нагрева, то пузырьки пара теснятся на поверхности нагрева и легко от нее отрываются; наоборот, если жидкость не проявляет склонности к смачиванию поверхности, то пузырек пара растягивается по поверхности и отрывается от нее только при значительном увеличении в объеме.

Коэффициент теплоотдачи при кипении зависит от шероховатости (способа обработки) поверхности нагрева.

Наличие шероховатости позволяет повысить смачиваемость поверхности за счет быстрого растекания капли под действием капиллярных сил. Эксперимент показал, что с ростом высоты элементов микрошероховатости с 0 до 360-400 мкм угол смачиваемости уменьшается с 106° до 69°. При дальнейшем росте высоты микрошероховатости наблюдается повышение углов смачиваемости, которые при высоте шероховатости 570 мкм составляют 88°. Для поверхностей с трехмерных структурой шероховатости быстрое растекание капли воды производится во всех направлениях, а для поверхностей с двухмерной структурой шероховатости — в основном по направлению микроребер. Однако анализ показал, что угол смачиваемости на исследованных поверхностях достаточно быстро меняется во времени. Происходит стремительное растекание капли воды на микроструктурированной поверхности за счет капиллярного эффекта.

Проведен анализ изменения угла смачиваемости во времени (динамического угла смачиваемости) от размеров шероховатости. Для гладкой поверхности уменьшение угла смачиваемости в течение первых 20 секунд изменяется не более, чем на 8°, в то время как для шероховатых — 20-50°.

При углах смачиваемости θ в диапазоне 79°-117° коэффициенты теплоотдачи шероховатых поверхностей с 2D структурой выступов (ребра) по сравнению с гладкой возрастают до 1,5 раз. Однако при малых углах смачиваемости (77°-79°) увеличение коэффициентов теплоотдачи выше. С уменьшением угла смачиваемости интенсификация теплоотдачи повышается и достигает 1,5-2 раза. При углах смачиваемости в диапазоне 79°-117° коэффициенты теплоотдачи шероховатых поверхностей с 3D структурой выступов (штырьки) по сравнению с гладкой возрастают до 3,4 раз. В данном диапазоне углов смачиваемости уровень интенсификации теплоотдачи практически постоянен.

Известно, что рост угла смачиваемости θ на гладких поверхностях приводит к росту критических тепловых потоков. А само увеличение критических тепловых потоков остается примерно постоянным даже с ростом угла смачиваемости. Анализ полученных данных показал, что наиболее рациональными для интенсификации теплоотдачи являются поверхности, полученные методом деформирующего резания, со структурой поверхности в виде трехмерных микроребер.

В работах И.А. Попова и др. для кипения дистиллированной воды при атмосферном давлении и тепловых потоках от 10 до 3500 кВт/м^2 показано, что наибольшие коэффициенты теплоотдачи наблюдаются на поверхностях, имеющих трехмерную структуру микроребер высотой 480-570 мкм и межреберным зазором 105-180 мкм. Интенсификация теплоотдачи при развитом пузырьковом кипении составила до 3÷5 раз. Кипение на данных поверхностях возникает при значительно меньших (до 5 раз) перегревах стенки.

Получение критериальной зависимости для теплоотдачи при кипении дистиллированной воды на микроструктурированных поверхностях в условиях свободной конвекции

Куимов Е.С., Коханова Ю.С.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Попов И.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
kpmlegorka@ya.ru

Несмотря на значительные коэффициенты теплоотдачи при кипении даже на гладких поверхностях, развитие современных технологий, в первую очередь электронных устройств, требует дальнейшего увеличения коэффициентов теплоотдачи для отвода больших удельных тепловых потоков с относительно малых площадей. Следовательно, интенсификация теплоотдачи при кипении является актуальной задачей для научных исследований.

Экспериментальные данные по теплоотдаче поверхностей с двухмерными ребрами были получены для дистиллированной воды при атмосферном давлении. Плотность теплового потока изменялась в пределах q=4*10^3÷2*10^6 Вт/м2. В исследуемом диапазоне плотности теплового потока наблюдались режимы конвекции, поверхностного и развитого пузырькового кипения, кризиса кипения. Исследования проводились при кипении насыщенной жидкости. Проведенные эксперименты показали, что применение микроструктурированных поверхностей с двухмерными ребрами при кипении дистиллированной воды позволяет повысить интенсивность теплообмена Nu/Nu0=1,2÷3,5 раз по сравнению с гладкими образцами.

Для инженерных расчетов теплоотдачи при кипении дистиллированной воды на поверхностях полученных методом деформирующего резания в условиях свободной конвекции было произведено обобщение экспериментальных данных по модели Nu/Nu0=f(Kq,Kr).

При обработке результатов экспериментов использовался безразмерный критерий Kq=q*lo/(r*ρ''*ν'), являющийся масштабом осредненной скорости течения паровой фазы. Эта же величина может также рассматриваться и как масштаб скоростей движения элементов жидкости, которое обусловлено процессом парообразования.

Конструктивные безразмерные параметры микроструктурированных поверхностей с двухмерными ребрами, входящие в комплекс Kr, изменялись в следующих диапазонах: относительная высота ребра h/lo=(3,6÷22,77)*10^(-2), относительный поперечный шаг ребер Δ/lo=(0,2÷7,99)*10^(-2), относительная толщина ребра δ/lo=(1÷7,99)*10^(-2), где в качестве характерного линейного размера выбрана постоянная Лапласа lo=√(σ/(g*(ρ'-ρ''))), пропорциональная отрывному диаметру пузырька.

Представленный анализ экспериментального исследования относительных коэффициентов теплоотдачи Nu/Nu0 поверхностей с двухмерными ребрами при кипении дистиллированной воды для условий атмосферного давления показал, что экспериментальные данные описываются единой универсальной зависимостью:

Nu=2,57*Nu0*Kq^(-0,1)*(h/Δ)^(-0,23)

Полученная зависимость описывает экспериментальные точки с отклонением не превышающем ±30 % при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне варьирования критерия Kq=170÷1,5*10^4 и конструктивных безразмерных параметров микроструктурированных поверхностей с двухмерными ребрами.

Оценка возможности повышения тепловой эффективности воздухо-воздушного теплообменного аппарата системы охлаждения лопаток турбины газотурбинного двигателя

Кулов С.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неверов А.С.
МАИ, Москва
forxlam122@yandex.ru

Увеличению термического коэффициента полезного действия газотурбинного двигателя (ГТД), обусловленному увеличением степени повышения давления в компрессоре, соответствует увеличение температуры продуктов сгорания на лопатках турбины. При этом необходимо решать проблему тепловой защиты лопатки. Одним из вариантов её решения является использование конвективного охлаждения за счет вдува во внутреннюю полость лопатки холодного воздуха, отбираемого после компрессора. При сжатии компрессором воздух существенно повышает свою температуру, что снижает термодинамическую возможность его использования как охладителя. В настоящее время для двухконтурного ГТД реализована конструктивная схема предварительного охлаждения воздуха, отбираемого после компрессора высокого давления двигателя и подаваемого в лопатки турбины, с помощью специального рекуперативного теплообменного аппарата (ТА), в котором охлаждающим теплоносителем является также воздух, отбираемым после компрессора низкого давления двухконтурного ГТД.

Поставленная задача оценки повышения тепловой эффективности воздухо-воздушного теплообменника (ВВТ) системы охлаждения лопаток турбины ГТД базируется на сравнении тепловых характеристик используемого прототипа трубчатого ВВТ с аналогичным по конструктивной схеме аппаратом с внедрением интенсификации теплоотдачи за счет искусственной шероховатости поверхности теплообмена.

Прототип ВВТ является сборной конструкцией из 60-ти секций, каждая из которых в свою очередь представляет собой сборку из двух рядов теплообменных труб по три трубы в каждом ряду, изогнутых в шесть ходов под 1800 с радиусом загиба по средней линии 9 мм. Использованы трубы из нержавеющей стали с наружным и внутренним диаметрами D2/D1 = 5/4.4 мм, при этом длина прямолинейных участков каждого хода теплообменной трубы составляет L = 60 мм. Именно последний параметр определяет технологическую возможность реализации искусственной шероховатости для интенсификации теплоотдачи в теплообменных трубах рассматриваемого ВВТ. Оценка влияния интенсификации теплоотдачи на тепловую эффективность ТА проведена для метода, разработанного на кафедре 204 МАИ, который обеспечивает образование кольцевых диафрагм- кольцевых выступов на внутренней поверхности трубы с их геометрическими параметрами: отношением диаметра диафрагмы d к внутреннему диаметру d/D1 и относительному шагу размещения диафрагм по длине трубы t/D1.

В качестве параметра тепловой эффективности использовано число тепловых единиц NTU, определяемое как отношение произведения коэффициента теплопередачи в ТА k на площадь поверхности теплообмена F к произведению массового расхода теплоносителя G на его теплоемкость Ср.

Проведенная расчетная сравнительная оценка тепловой эффективности прототипа ВВТ с гладкими трубами и ВВТ с применением труб с кольцевыми диафрагмами в диапазоне изменения их параметров:

d/D1=0.92…0.96 и t/D1=0.25…1 показала возможность превышения параметра числа тепловых единиц NTU последнего по сравнению с гладкотрубным ВВТ на 14…25%.

Исследование коэффициента потока жидкости в осевом зазоре электронасосного агрегата

Малов Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаблий Л.С.
Самарский университет, Самара
animaggg@yandex.ru

Последние несколько лет в работе электронасосного агрегата (ЭНА) возникают проблемы, нарушающие работу системы терморегулирования (СТР) космических аппаратов (КА) и выводящие ЭНА из строя. Ресурс и работа электронасосных агрегатов (ЭНА) в значительной степени определяются работоспособностью опор ротора, эффективностью уплотнительной системы, потребным режимом смазки и охлаждения. Как правило, уплотнения и опоры связаны с проточной частью насоса и между собой гидравлическим трактом, необходимым для нормального функционирования агрегата. Наиболее возможной причиной отказа ЭНА считаются возникновение большой осевой нагрузки, следовательно, изучение гидродинамики таких вспомогательных гидравлических трактов является первостепенной задачей для предприятий работающих в данной отрасли. Для решения этих задач была создана трёхмерная математическая модель течения рабочей жидкости (РЖ) в полости рабочего колеса, исследуемого ЭНА. Режим расчёта течения был выбран стационарный. Модель турбулентности была выбрана k-Epsilon. При учёте теплообмена была выбрана изотермическая модель. Рабочей жидкостью выбран теплоноситель ЛЗ-ТК-2. Связь вращающегося домена рабочего колеса со стационарным доменом спирального сборника и стационарным доменом зазора выполнялась одним интерфейсом. Модель интерфейса была выбрана «Frozen Rotor. Для проведения валидации расчётной модели был собран гидростенд и проведены специальные гидродинамические испытания исследуемого ЭНА. Характер изменения давлений в различных областях, при испытаниях и CFX расчёту совпадает, а процент погрешности не превышает 3%. В исследуемом колесе полуоткрытого типа из-за отсутствия симметрии его относительно плоскости, перпендикулярной оси вращения, возникает неуравновешенная осевая сила, направленная по оси вращения в сторону входа в колесо. Осевая сила F_(ос)складывается из двух составляющих: силы, действующей со стороны входа F(вх) и силы, действующей со стороны осевого зазора F(в.д.). Изменение силы давления в осевом зазоре по радиусу диска подчиняется параболическому закону, в котором важную роль играет коэффициент потока жидкости в осевом зазоре φ. Он зависит от конструктивных и режимных параметров насоса и изменяется от 0,5 для безрасходного течения до 0,76 при расходном течении от периферии к центру в виде утечек рабочей жидкости. Сила, действующая со стороны осевого зазора, зависит от коэффициента φ, однако, рекомендаций, предложенных для его выбора недостаточно для корректного определения осевой силы.

Для определения коэффициента потока жидкости в осевом зазоре балы использована осевая сила, полученная в программном комплексе. Таким образом были получены значения коэффициентов φ для всех режимов, испытываемых на гидростенде. Для получения наглядной зависимости коэффициента φ от режимных и конструктивных параметров были проведены дополнительные расчеты различных режимов работы ЭНА, но без испытаний на гидростенде, так как сходимость расчётной модель уже была доказана.

Из полученных зависимостей видно, что коэффициент φ очень слабо зависит от режимных параметров и в большей степени зависит от конструктивных, а точнее от диаметра разгрузочных отверстий. Так же диапазон изменения этого параметра гораздо шире чем указано в источнике, основанном на экспериментальных данных, которые не всегда возможно точно определить, в силу сложности конструкции и как следствие сложного подступа измерительных устройств к интересующим областям ЭНА.

Таким образом с помощью математического моделирования получены уточненные данные зависимости коэффициента потока жидкости в осевом зазоре от конструктивных и режимных параметров ЭНА.

Исследование рабочего процесса вихревой трубы применительно к созданию эффективных противообледенительных систем ГТД

Меньшаков И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Веретенников С.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
ilja1378@yandex.ru

В настоящее время проблема обледенения элементов конструкций авиационных двигателей и газотурбинных энергоустановок всё ещё остаётся актуальной. Обледенение входного направляющего аппарата (ВНА) ведет к ухудшению аэродинамических показателей, повышению вибраций, чрезмерной конструктивной нагрузке. Повышение эффективности воздушно-тепловой противообледенительной системы (ПОС) может осуществляться за счет интенсификации теплообмена или увеличения температуры рабочего тела. Преимущества использования вихревой трубы обусловлены высоким показателем интенсификации теплообмена, а также возможностью энергетического разделения рабочего тела на подогретый и охлажденный потоки [1].

Основная цель исследования — определение режима работы вихревой трубы с максимальными эффектами подогрева. Для опытов использовалась вихревая труба с диаметром камеры энергоразделения 10 мм и относительной длинной 12 калибров. На выходе подогретого потока установлена крестовина с термопарой для измерения его температуры. Также, хромель-алюмелевые термопары были установлены на входе в вихревую трубу и на выходе охлажденного потока. Для поиска наиболее эффективного режима работы вихревой трубы варьировалась относительная доля охлажденного потока μ, путём изменения расхода на выходе холодно потока Gx при фиксированном расходе воздуха на входе. Измерение расходов осуществлялось расходомерами MassView Bronkhorst MV-306.

В процессе эксперимента при постоянном давлении на входе (π=3,7), относительная доля охлажденного потока изменялась от μ=0 до μ=1. Отмечено, что при изменении доли холодного потока μ до 0,9 изменение температуры подогретого потока составило ΔTг=28 К. При плавном изменении доли охлажденного потока μ в области μ=0,93…0,95 наблюдалось резкое повышение температуры подогретого потока Tг, причем небольшое изменение доли холодного потока приводило к повышению температуры на ΔTг=42 К. При дальнейшем увеличении доли холодного потока с μ=0,96 до μ=1 наблюдается резкое снижение температуры Tг до изначальной. Возможно, одной из причин такого резкого роста при малых расходах подогретого потока является неадиабатность стенок вихревой трубы, но учитывая быструю динамику изменения температуры Tг нельзя исключать влияние газодинамических волновых и пульсационных процессов, которые могут вызывать такой подогрев, подобно эффекту Гартмана-Шпренгера.

Обнаруженный эффект резкого возрастания температуры подогретого потока в вихревой трубе при μ=0,93…0,95 может быть использован для создания эффективных воздушно-тепловых противообледенительных систем ГТД.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-08-01199.

Список литературы:

1. Бирюк, В.В. Вихревой эффект (Технические приложения). Том 2 (Часть 2) / В.В. Бирюк, С.В. Веретенников, А.И. Гурьянов, Ш.А. Пиралишвили. — М.: ООО «Научтехлитиздат», 2014. — 216 с.

Анализ характеристик космической ядерной энергетической установки с газотурбинным преобразователем

Ромашова М.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Назаренко И.П.
МАИ, Москва
79651082719@ya.ru

Расширение масштабов космической деятельности, усложнение решаемых космическими средствами задач в околоземном и дальнем космосе, рост требований к уровню энергодвигательного обеспечения космических операций требуют обеспечения и реализации новых технологий. В частности, при создании ядерных энергетических установок возникают дополнительные проблемы, связанные с преобразованием тепловой энергии в электрическую: создание холодильника-излучателя с необходимой надежностью и массогабаритными характеристиками и малогабаритного теплообменника-рекуператора, обеспечивающего достаточно высокий термодинамический КПД установки. Создание компактных мощных ядерных реакторов и прогресс в системах охлаждения являются очень востребованными направлениями развития в отрасли космической энергетики.

Данная работа направлена на поиск возможности повышения эффективности газотурбинной установки преобразования тепловой энергии ядерного реактора в электрическую для поддержания работы космического аппарата. Для анализа характерных показателей работы системы энергоснабжения КА (температура и мощность) проводился расчет основных параметров в контуре космической ядерной энергетической установки. Интенсификация теплообмена достигнута при введение в состав КЯЭУ теплообменника-рекуператора. В такой схеме газ после сжатия в компрессоре поступает не сразу в источник теплоты — ядерный реактор, как в простейшей схеме КЯЭУ, а в начале направляется в теплообменный аппарат, где подогревается более горячим газом, который подается в тот же теплообменник после выхода из турбины. Здесь, к рабочему телу в реакторе подводится меньшее количество теплоты и, соответственно, меньшее количество теплоты отводится вовне. Варьируя коэффициентами рекуперации, удалось достигнуть снижения мощности ядерного реактора и холодильника-излучателя, а также увеличения коэффициента полезного действия КЯЭУ на 13%.

Исследование характеристик рабочих компонентов воздушно-алюминиевых химических источников тока для беспилотных летательных аппаратов при эксплуатации в полевых условиях

Рыжова Е.С.
Научный руководитель — к.т.н. Пушкин К.В.
МАИ, Москва
lishen-rishowa@yandex.ru

На данный момент остается актуальной проблема создания беспилотного летательного аппарата (БПЛА) без двигателя внутреннего сгорания, а с применением электродвигателей, которые бесшумны, менее взрывоопасны, практически не испускают теплового излучения и имеют меньшую массу. Уменьшение массы БПЛА возможно с применением передовых источников энергии (ИЭ). В качестве ИЭ широко используются литий-ионные аккумуляторы, однако более лёгкими являются топливные элементы (ТЭ) — первичные химические источники энергии. Среди ТЭ высокими энергетическими характеристиками обладают воздушно-алюминиевые химические источники тока (ВА ХИТ), которые также являются наиболее безопасными в использовании и перспективным для разработки и применения на БПЛА.

Получение электроэнергии в ВА ХИТ обеспечивается за счет протекания электрохимической реакции между алюминием и кислородом в электрохимической ячейке.

Алюминий в ВА ХИТ используется в качестве анода, погружённого в электролит, а газообразный кислород пропускается через газодиффузионный катод.

Одним из компонентов для ВА ХИТ является водный электролит, основную часть которого составляет вода, которая также расходуется в токообразующей реакции для получения электроэнергии.

Для применения БПЛА в походных условиях с целью снижения суммарной переносимой массы БПЛА и его источника питания, воду для ВА ХИТ можно не запасать, а брать из природных источников. В данной работе проведено исследование влияния разных образцов воды для щелочного электролита на энергетические характеристики ВА ХИТ.

Для проведения исследования использовалась определенная в ранних работах комбинация рабочих компонентов [1]: А995 + 4М КОН + тартрат-ион винной кислоты. Электролиты были приготовлены на основе взятых для исследования образцов воды: дистиллированная, растаявший городской снег и снег за чертой города, а также водопроводная вода из разных регионов России.

По итогам работы было определено влияние различных образцов воды в составе электролитов на энергетические характеристики ВА ХИТ. Исследование показало, что для беспилотных летательных аппаратов возможно приготовление электролитов для ВА ХИТ в полевых условиях. Оптимально использование воды из растаявшего снега, так как характеристики электролита на его основе даже несколько превосходят характеристики электролитов с образцами водопроводной или дистиллированной воды.

Список литературы:

1. K.V. Pushkin, S. D. Sevruk, N.S. Okorokova, A.A. Farmakovskaya. The most efficient corrosion inhibitors for aluminum anode of electrochemical cell used as a controlled hydrogen generator. Periodico Tche Quimica. 2018/1/1, vol. 15, 414-425.

Магнитотепловая станция мощностью 10 кВт

Сапухина М.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Семенов В.В.
МАИ, Москва
sapuxina@inbox.ru

Доклад посвящен разработке электростанции мощностью 10 кВт, силовым агрегатом которой является магнитотепловой двигатель (МТД), использующий для своей работы эффект преобразования магнитотепловой энергии в механическую. МТД состоит из трех основных узлов: статора, состоящего из двух неметаллических дисков, на которых закреплены магниты с образованием межполюсного зазора; роторного диска, размещённого в межполюсном зазоре с возможностью вращения на валу, с пластинами из гадолиния на своем торце; узел теплообмена с подводом теплоносителя через трубку для нагрева пластин и их охлаждения. Источником тепла может служить как горячие вода и газ, так и солнечные лучи, направленные на пластины (в межполюсной зазор).

Принцип работы МТД следующий: при вводе в межполюсной зазор пластины из гадолиния начинает на него действовать F1 — сила магнита, которая притягивает пластину к центру магнита. На пластину действует F2 — сила, направленная против силы F1. В магнитном центре эти две силы уравновешивают друг друга (F1= F2). Их равновесие может быть нарушено, если пластины размагнитить путем их нагрева. Тогда сила F1 станет больше силы F2, и она притянет в межполюсной зазор следующую не нагретую пластину, в результате размагниченная пластина выталкивается из межполюсного зазора. При этом вращается диск. За пределами магнита пластины из гадолиния восстанавливают свои магнитные свойства путем охлаждения, например, холодной водой.

Магнитотепловая станция необходима для снабжения электричеством тружеников села, в частности: фермеров, живущих в отдаленных участках; охотников–промысловиков, базирующихся в домах далеко в тайге; оленеводов, кочующих за своими стадами оленей в бескрайних просторах тундры, а также геологов, работающих в полевых условиях и живущих

в палатках, которые часто лишены возможности в случае ЧП оперативно связываться с населенным пунктом, не говоря уже о пользовании благами цивилизации таких, как радио и телевидение из-за отсутствия надежного источника электроэнергии.

Список литературы:

1. Бедбенов В.С. "Устройство для преобразования солнечной энергии в механическую" // Авторское свидетельство СССР SU 1453998. 1987 г.

2. Григорьев И.С., Мейлихов Е.З., Физические величины: справочник. М: Изд-во Энергоатомиздат, 1991. — 1234 с.

3. Габриелян Д.А. Патент на полезную модель: «Магнитотепловой двигатель». Заявка RU № 2012110794, полож. реш. от 03.05.2012.

4. Бедбенов В.С. Магнитотепловое устройство // Патент Российской Федерации RU2167338, 2000 г.

5. Арнольд Р.Р. Расчет и проектирование магнитных систем с постоянными магнитами, М: «Энергия», 1969 г. 184 с.

Сравнительный анализ теплообменных аппаратов кожухотрубного и пластинчатого типов по массе

Толстякова Д.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Демидов А.С.
МАИ, Москва
tolsdaria@gmail.com

Нагревание и охлаждение рабочих сред является важной стадией во многих процессах космических энергоустановок. Для данных целей в энергоустановках используют теплообменные аппараты (ТОА).

Разные виды теплообменников различаются между собой принципом работы, типом теплоносителя и конструкцией. До недавнего времени кожухотрубные теплообменники занимали ведущие позиции на рынке. В настоящее время большой интерес проявляется к пластинчатым ТОА, так как теплоотдача в них выше в 3-4 раза, нежели в кожухотрубных. Это достигается гофрированным профилем пластин. Благодаря этому пластинчатые ТОА получают преимущество в отношении компактности конструкции и массогабаритных характеристик, что обусловлено минимизацией площади теплообмена и потерь давления.

Каждый из данных вариантов имеет свои преимущества и недостатки. Так, кожухотрубные теплообменники долговечные и надежные, а пластинчатые являются более оптимальными к строгим эксплуатационным обстоятельствам:

1) Пластины изготовлены из стали, которая устойчива к большинству агрессивных воздействий.

2) Вследствие гофрированния пластин, каналы могут самоочищаться, что благоприятно влияет на работоспособность и срок службы.

Производить сравнительный анализ теплообменных аппаратов кожухотрубного и пластинчатого типов по массе (с учетом всех деталей, входящих в ТОА) имеет смысл при условиях:

а) Равенство площадей, по которым идет теплообмен

б) Обеспечение одного и того же запаса прочности

На основании полученных результатов исследования можно сделать вывод, что ТОА пластинчатого типа является наиболее подходящим для космических энергоустановок, так как:

а) Имеет высокие массовые характеристики;

б) Удачно компонуется в энергоустановку;

в) Достаточно технологичен в изготовлении и пр.

Итоговое решение в пользу той или иной системы должно приниматься после инженерно-технического анализа и оптимизации полученных данных, выбор оборудования всегда осуществляется впоследствии сопоставления рабочих характеристик, рассмотрения условий эксплуатации, экономических показателей, требований к функциональности.

Список литературы:
1. Демидов А.С., Еремин А.Г., Федоров М.Ю. Источники энергии и агрегаты ядерных энергоустановок — М.: Изд-во МАИ, 2016. — 32 с.
2. Лобанов И.Е., Антюхов И.В., Мякочин А.С. Математическое моделирование интенсификации теплообмена в каналах// Тепловые процессы в технике. — 2017. — №12. — С. 550-559
3. Демянко Ю.Г., Конюхов Г.В., Коротеев А.С. и др. Ядерные ракетные двигатели. — М.: ООО «Норма-Информ». 2001. — 413 с.
4. Фаворский О.Н., Фишгойт В.В., Янтовский Е.И. Основы теории космических электрореактивных двигательных установок. — М.:

Транспортная система для обеспечения марсианской экспедиции

Хиджази Р.А., Буклиуа Н.
Научный руководитель — Тузиков С.А.
МАИ, Москва
roaahijazy237@gmail.com

Одной из масштабных будущих перспективных задач в сфере космической деятельности является разработка проекта марсианской пилотируемой экспедиции.

Осуществление длительной пилотируемой экспедиции в условиях дальнего космоса представляет достаточно сложную проблему. Возможным способом реализации такого проекта является формирование наиболее эффективной транспортной системы доставки экспедиционного пилотируемого комплекса по маршруту Земля — Марс — Земля.

В настоящее время могут быть рассмотрены возможности использования двигательных установок большой или промежуточной тяги на основе кислород-водородных компонентов топлива, что с учетом достаточно высоких значений располагаемой удельной тяги до 470-480 с позволяет рассчитывать на хорошую массовую отдачу при проведении транспортных операций.

Дополнительные возможности предоставляются при рациональном выборе окон запуска с учетом характеристик орбит Земли и Марса:

• Почти компланарные эллиптические орбиты планет,

• Период обращения Марса 686,98 земных суток, что, практически, в два раза превышает период обращения Земли,

• Большая полуось орбиты 1,52 астрономические единицы,

• 26-месячные периоды выгодного взаимного расположения с точки зрения выполнения транспортных операций.

Известные даты противостояний Земли и Марса определяют не только ориентировочные даты начала реализации марсианской экспедиции, но и, с учетом длительного многолетнего периода проектирования и изготовления экспедиционных транспортных и обитаемых модулей, — фактически, жестко определяют возможные сроки проведения работ по формированию марсианского экспедиционного комплекса, выведения его модулей на околоземную орбиту, сборку и начала выполнения активных участков траектории Земля – Марс.

Одним из энергетически выгодных вариантов построения траектории является использовании двухимпульсной гомановской схемы перелета.

Хотя гомановская траектория считается достаточно эффективной, но продолжительность перелета будет занимать достаточно длительный период времени, уменьшение длительности перелета является актуальным для экипажа пилотируемого космического объекта, находящегося за пределами магнитного поля Земли.

Рассмотрены возможные варианты реализации транспортной задачи Земля – Марс.

Показано, что одним из возможных способов решения задачи может являться использование более совершенных двигательных установок с более высоким значениями удельных импульсов.

При использовании траектории типа гомановской в настоящее время может быть реализован один из эффективных и реалистичных вариантов реализации марсианской пилотируемой экспедиции.

Секция №2.3 Ракетные двигатели

Пути повышения эффективности двигателей и энергоустановок летательных аппаратов на жидких и газообразных горючих и охладителях

Абдуллин М.Р., Ефимов Д.Е., Гинятуллин И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Алтунин В.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
mansur13081992@mail.ru

Известно, что одним из путей повышения эффективности двигателей и энергоустановок (ЭУ) летательных аппаратов (ЛА) является повышение эффективности горючих и охладителей.

В докладе подробно рассмотрены существующие и перспективные пути увеличения эффективности жидких и газообразных горючих и охладителей:

• Путём увеличения эффективности существующих горючих и охладителей (введением различных присадок, металлических, неметаллических и энергетических добавок и др.);

• Путём смешения двух и более существующих горючих с получением горючего с новыми свойствами;

• Путём создания нового горючего повышенных характеристик на нефтеперерабатывающем заводе;

• Путём применения электростатических полей в жидких и газообразных горючих — в ходе эксплуатации двигателей и ЭУ ЛА;

Показано, что увеличение, например, плотности горючего может привести к положительным эффектам: к увеличению дальности и времени полёта ЛА; к увеличению числа запуска двигателей и ЭУ в ходе воздушного, аэрокосмического и космического полёта; к увеличению полезной нагрузки при выведении ЛА на орбиту и др.

Раскрыты большие возможности электростатических полей по увеличению эффективности жидких и газообразных горючих и охладителей при эксплуатации ЛА в различных условиях.

Доклад сопровождается запатентованными способами увеличения эффективности двигателей ЛА наземного, воздушного, аэрокосмического и космического базирования.

Применение материалов доклада будет способствовать повышению эффективности отечественной техники различного базирования и назначения

Исследование контактного теплообмена в соединениях коаксиальных пар энергетических установок

Арефьев Н.О., Талалаева П.И., Голиков Н.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ежов А.Д.
МАИ, Москва
kotar4ik@mail.ru

Цилиндрическая пара представляет из себя два соосных цилиндра. Такая система нашла широкое применение в конструкциях аэрокосмической техники и энергетики. Известно, что площадь контакта соприкасающихся поверхностей значительно отличается от номинальной площади и зависит от многих параметров: шероховатость соприкасающихся поверхностей, род материала, значения межконтактного давления, температурный режим и т.д. Площадь соприкасающихся поверхностей сводится к дискретизации пятен контакта, что играет значимую роль при исследовании теплообмена. Контактный теплообмен характеризуется деформацией вектора линий тока тепла от нормального направления к пятнам контакта, что делает площади соприкосновения более теплонапряженными участками. Объяснением этого явления является параметр контактного термического сопротивления (далее КТС).

Игнорирование КТС может привести к преждевременному разрушению конструкции, что для авиационной и космической техники критично.

Целью работы является создание методики расчета нестационарного контактного теплообмена с учетом микрогеометрии контактирующих поверхностей и значения КТС.

Актуальность работы.

Решение поставленной задачи позволит достоверно определить тепловое состояние коаксиальной конструкции с учетом КТС и микрогеометрии, что даст возможность выявить основные проблемные зоны конструкции и впоследствии внести необходимые коррективы.

Предметом исследования является реальная конструкция коаксиальной пары, с которой снимается профилограмма и на основании которой строится модель.

Для достижения цели необходимо решить ряд задач:

1. Изучение особенностей передачи тепла в коаксиальной конструкции;
2. Снятие профилограмм контактирующих поверхностей коаксиальной пары;
3. Создание трехмерной модели по полученным данным
4. Создание сеточной модели конструкции
5. Решение теплопрочностной задачи для широкого диапазона граничных условий;
6. Создание зависимостей КТС от значения межконтактного давления и верификации полученной зависимости с помощью сравнительного анализа результатов, полученных по аналитическим зависимостям других авторов и проведенного эксперимента;
7. Использование полученной зависимости для задания нестационарности в теплопрочностную задачу;
8. Решение задачи нестационарного контактного теплообмена.

Было проведено 600 расчетов модели для создания массива данных по КТС, которые позволили достоверно определить её значение для широкого спектра граничных условий. Благодаря верификации модели было определено, что полученные значения положительно коррелируют с существующими аналитическими зависимостями и экспериментом, что дает уверенность в достоверности определения КТС, на основании которого была решена нестационарная контактная теплопрочностная задача. Результаты проведённых исследований с большей определённостью и точностью позволяют на начальном этапе проектирования учесть основные проблемные зоны, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации и, в итоге, внести коррективы в конструкцию, что приведет к сокращению сроков испытаний и отработки изделия, а также повысить надежность самой конструкции.

Список литературы:

1. Шлыков Ю.П., Ганин Е.А., Царевский С.Н. Контактное термическое сопротивление. М.: Энергия, 1977. 327 с.
2. Меснянкин С.Ю. Методы расчёта и регулирования контактных термических сопротивлений // Сборник научных трудов «Тепловое проектирование систем». М.: Изд-во МАИ, 1990. С. 78-86
3. Ежов А.Д., Меснянкин С.Ю., Быков Л.В. Численное моделирование микрогеометрии на основе профилограммы поверхности для контактных задач. // В сборнике: Материалы XX Юбилейной Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным системам (ВМСППС'2017) 2017. С. 236-238.
4. Быков Л.В., Ежов А.Д. Унификация методики расчета контактного термического сопротивления элементов конструкции ка на основе матрицы коэффициентов теплопроводности и жесткости // В сборнике: Материалы XII Международной конференции по прикладной математике и механике в аэрокосмической отрасли (NPNJ'2018) Москва, 2018. С. 559-560.
5. Ежов А.Д., Быков Л.В., Меснянкин С.Ю. Численный метод определения фактической площади контакта соприкасающихся тел. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2018. № 9. С. 92-96.
6. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2015618021 «Определение координат точек шероховатой плоской поверхности» от 28.06.2015

Метод функциональной диагностики, основанный на математической модели ЖРД

Беляева Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Коломенцев А.И.
МАИ, Москва
planka08@mail.ru

Основная цель функциональной диагностики — повысить надежность и ресурс двигателя. Функциональная диагностика включает в себя теорию и методы выявления места (локализации) возникновения неисправностей. Двигатель разделяется на множество отдельных элементов, которые описываются уравнением, связывающим параметры рабочего процесса. Множество уравнений составляет математическую модель — систему уравнений, описывающую физические процессы в структурных элементах при нормальном функционировании.

Система функциональной диагностики (СФД) жидкостных ракетных двигателей (ЖРД), прошедших огневое испытание, разработана и штатно применяется в АО «НПО Энергомаш». Метод функциональной диагностики, основанный на математической модели применим в СФД ЖРД. Диагностирование проводится путем сравнения по усредненным на каждом стационарном режиме значениям измеряемых на работающем двигателе и расчетных по эталонной математической модели процессов медленноменяющихся параметров (ММП) в соответствии с техническими требованиями. Поиск методов совершенствования СФД привел к идее применения штатной СФД в режиме непрерывного сканирования телеметрии.

Целью работы является создание эффективной системы функциональной диагностики ЖРД, работающей в режиме реального времени, для повышения безопасности проведения огневых испытаний.

Решается задача разработки аппаратно-программного обеспечения проведения диагностических процедур с заданный дискретностью по времени не более 0,02 с и вывод диагностической информации в виде таблиц, протоколов, графической информации в темпе проведения огневых испытаний (ОИ).

По представленным результатам разработки СФД ЖРД, основанной на контроле отклонений измеренных медленно меняющихся параметров процессов от эталонной математической модели и работающей в режиме реального времени, можно сделать вывод, что такая система обеспечивает определение момента времени возникновения и локализацию медленно развивающейся неисправности. Сформированная концепция диагностирования позволяет выработать упреждающий сигнал, предотвращая возникновение аварийной ситуации, приводящей к разрушению двигателя и материальной части огневого стенда.

Малоразмерный вихревой ЖРД

Биюсов А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Евдокимов О.А.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
biyusov@gmail.com

В классических схемах прямоточных жидкостных ракетных двигателях малой тяги существует проблема перегрева стенок камеры сгорания. При сохранении малых размеров камеры сгорания не удаётся получить достаточное качество смешения компонентов топлива, полноту сгорания и тягу двигателя.

Использование свойств закрученного потока и противоточного течения в КС позволяет повысить качество смешения, стабильность запуска, устойчивость горения с обеспечением высокой эффективности охлаждения элементов конструкции.

В зарубежных исследованиях, как правило, приводится простая цилиндрическая форма проточной части КС с тангенциальной подачей окислителя вблизи сопла диафрагмы и подачей горючего вблизи торцевой части.

В рамках исследования усовершенствована конструкция противоточной вихревой камеры сгорания путём профилирования её стенок. В этом случае образуется область пониженных скоростей в которой формируется тороидальный вихрь, что повышает качество смешения топлива. Разработана методика численного моделирования КС, использующих жидкое криогенное топливо в программной среде Ansys.

В результате исследования определено, что профилированная конструкция противоточной камеры сгорания обеспечила лучшее смешение компонентов топлива за счет увеличения времени пребывания частиц горючего в КС. Температурные нагрузки стенок камеры сгорания укладываются в нормы используемых материалов.

Малоразмерный ЖРД с профилированной вихревой противоточной КС показывает большую эффективность по сравнению с цилиндрической противоточной КС такой же длины.

Алгоритмы склонения вертикально стартующего летательного аппарата

Волков П.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Никитин В.А.
ТулГУ, Тула
citizensdc_011s@mail.ru

В настоящее время целый ряд летательных аппаратов (ЛА) различного целевого назначения использует вертикальный старт, который обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с наклонным [1]. Склонение ЛА на начальном участке траектории обычно обеспечивается газодинамическими органами управления, часто, в силу их простоты, — газовыми рулями. При склонении ЛА в момент достижения заданного угла необходимо обеспечить угловые скорость и ускорение ЛА близкие к нулю за счёт подтормаживания ЛА в процессе склонения.

В процессе исследований разработана математическая модель движения центра масс ЛА в вертикальной плоскости в период склонения под действием тяги двигателя с учётом потерь от введения управляющих органов, управляющего усилия на рулях, а также силы тяжести. В качестве исходных данных задавались скорость и плотность газового потока, набегающего на газовые рули, их площадь, максимальный угол отклонения, расстояние от точки приложения управляющей силы на газовых рулях до центра масс ЛА.

С использованием разработанного программного комплекса определялись траекторные параметры ЛА в период склонения, такие как: удаление от точки пуска по высоте и горизонтали, скорость полёта, угловые скорость и ускорение вращения ЛА, время достижения заданного угла склонения.

В работе исследовались различные циклограммы создания управляющих усилий склонения и подтормаживания ЛА, которые обеспечивались перебросной рулей с определённой угловой скоростью на различные углы. Расчеты показали существенно влияние подтормаживания на процесс склонения ЛА, а именно, увеличивается время склонения, а также требуемое расстояние для совершения манёвра. Однако исключить подтормаживание ракеты из процесса склонения не представляется возможным, так как оно обеспечивает угловые скорость и ускорение ЛА, близкие к нулю, при достижении заданного угла склонения. Установлено, что рациональной циклограммой отклонения газовых рулей, является циклограмма, реализующая постепенно убывающий по величине характер как управляющих, так и подтормаживающих усилий.

Список литературы:

1. Ларченко М.С. Склонение вертикально стартующей ракеты на начальном участке траектории // Материалы докладов XVII Всероссийской науч.-техн. конф. Техника XXI века глазами молодых учёных и специалистов. Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. С. 281-287.

Механизм осаждения конденсированных частиц на стенки газогенератора

Германович Е.С.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Никитин В.А.
ТулГУ, Тула
germanovitch.alena@yandex.ru

Содержащиеся в рабочем теле газогенератора на твёрдом топливе частицы металла, особенно в жидком расплавленном состоянии, осаждаются на стенки газогенератора, расходных отверстий, особенно в районе минимального сечения, оказывая отрицательное влияние на рабочий процесс, искажая диаграмму давления относительно расчётной, приводя к неконтролируемому, иногда скачкообразному, повышению давления. Для прогнозирования процесса шлакообразования расходных отверстий необходима разработка математической модели осаждения частиц с целью расчёта изменения минимального сечения и расчёта параметров рабочего процесса в камере двигателя с учётом переменности расходных отверстий.

Моделирование шлакообразования должно включать определение условий осаждения частиц, их прилипания и срыва образовавшейся металлической плёнки.

В основу механизма положена гипотеза о доминирующем влиянии на шлакообразование процессов теплообмена, что потребовало решения нестационарной задачи теплопроводности через двухслойную стенку, при этом слой осаждающихся частиц имеет переменную толщину как во времени, так и по контуру сопла, а теплофизические характеристики металлической плёнки не вполне определены. Учитывалась также возможность локального срыва плёнки в определённые моменты времени. Время осаждения и время срыва плёнки связаны со скоростью нарастания температуры внутренней поверхности и уровнем критической температуры, поэтому важно определить тепловое состояние стенки и слоя шлака.

Система уравнений теплопроводности представлена в цилиндрической системе координат, решена численным методом, установлено влияние на процесс осаждения коэффициента теплопередачи, температуры горения, теплофизических характеристик шлакового слоя, геометрических характеристик сопла.

Основным фактором, определяющим образование и рост шлакового слоя на поверхности критического сечения, является количественное соотношение между напряжением сдвига двухфазного потока и силой сцепления частиц конденсированной фазы со стенкой сопла, которая зависит, прежде всего, от теплообмена между слоем шлака и соплом.

Расчёт был направлен на определение времени осаждения шлака на поверхность сопла и времени срыва плёнки, что существенно влияло на характер изменения давления в камере. Однако для уточнения параметров шлакообразования требуется проведение полномасштабных экспериментальных исследований, включающих определение фракционного состава частиц металла, теплофизических характеристик шлакового остатка, времени образования и срыва шлаковой плёнки.

Перспективы ракетных двигателей

Ефремкин А.А., Коротков А.И.
МАИ, Москва
aefremkin97@gmail.com

Детонация, которая приводит к повышению давления, может применяться ко всем видам реактивных двигателей, а также является перспективным направлением и альтернативой жидкостным реактивным двигателям, которые достигли предела своей модернизации.

При применении детонации в реактивных двигателях эффективность их цикла может быть увеличена более чем на 15%. Это связано с тем, что при детонации удельный объем реагирующей смеси уменьшается, поэтому теоретическая эффективность цикла даже выше, чем при дефлаграции, а удельный импульс для таких двигателей гораздо выше. Поскольку при детонации скорость выделения энергии намного выше, чем при горении, такие двигатели

имеют более высокую термодинамическую эффективность. Преимущества применения непрерывно вращающегося детонационного процесса сгорания во всех реактивных двигателях приведут к очень компактной камере сгорания, и, таким образом, двигатели будут короче, проще и из-за увеличения давления будут работать с более высокими показателями.

Различают три типа реактивных двигателей, которые могут использовать детонацию для выделения энергии в камере сгорания двигателя. Это импульсный детонационный двигатель, постоянный детонационный двигатель и ротационный детонационный двигатель. Общий и основной принцип работы заключается в следующем: В двигателе топливо и окислитель впрыскиваются в цилиндрическую детонационную камеру, детонация распространяется непрерывно, в то время как компоненты топлива подаются в камеру. Поскольку продукты сгорания истекают из детонационной камеры со сверхзвуковой скоростью, нет необходимости в применении расходящихся сопел, и клиновидное сопло возможно прикрепить непосредственно к детонационной камере. В качестве топлива можно использовать водород или природные газы. В связи с этим детонационные двигатели также будут более экологичными, так как появляется возможность достигнуть меньший или даже нулевой выброс загрязняющих веществ.

Исследование и анализ аварий ракет-носителей, связанных с неисправностями работы двигательной установки и выявление её критичных мест

Завьялова М.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва
zavyalovama@yandex.ru

Исследование и анализ аварий ракет-носителей, связанных с неисправностями работы двигательной установки и выявление её критичных мест.

В работе рассматривается существующая на данный момент система контроля предпусковой подготовки двигателя при летных испытаниях. За счет анализа аварий, происходящих по вине неисправной двигательной установки, выявления и исследования её критичных мест, в работе подтверждается необходимость повышения контроля и надежности двигателя.

Далее в ходе исследования оценивается качественная надежность работы двигателя-прототипа. На основании этой оценки выдвигаются предложения по усовершенствования системы контроля, а именно внедрению в нее элементов и агрегатов, обрабатывающих информацию. Данное предложение выдвигалось в выпускной квалификационной работе бакалавра, однако тогда оно было необоснованным. Поэтому цель данной работы — обосновать и доказать необходимость внедрения элементов, анализирующих информацию.

Также в работе предлагается модифицировать критичные элементы двигательной установки, что в свою очередь также повысит надежность двигателя.

Предлагается в дальнейшей научной деятельности по ходу обучения в магистратуре, разработать конкретно систему обработки информации, отвечающую за анализ данных, поступающих от двигательной установки. На данный момент времени при разработке ракетных двигателей и систем их контроля не применяются устройства и методы, распределяющие информацию на истинную и ложную. Анализ данных, поступающих от двигателя, предполагает делить входную информацию на истинную достоверную, истинную недостоверную, ложную достоверную и ложную недостоверную.

Экспериментальная установка по измерению скорости выброса рабочего тела шлирен-методом

Зиганшин Б.Р.
Научный руководитель — д.т.н. Саттаров А.Г.
КНИТУ-КАИ, Казань
ziga1993@yandex.ru

Разогрев рабочего тела при помощи лазерного излучения, его истечении через сопло или силы давления при импульсном облучении способны разгонять космические объекты. Достигаемые температуры превышают температуры при сгорании топлив, а тяга может превышать тяну электрических ракетных двигателей. Данные положения позволяют говорить о возможности создания компактного космического аппарата и его ускорении в пространстве при внешнем подводе лазерного излучения [1-7]

Одной из актуальных задач исследования лазерных ракетных двигателей является увеличение скорости выброса рабочего тела, возникающих при импульсном оптическом разряде. Импульсный оптический разряд и ударные волны описываются задачей о точечном взрыве. Однако остается неизученными характеристики ударной волны (радиус и скорость) применительно к соплу лазерного двигателя.

Одним из наиболее эффективных и часто используемых методов является шлирен-визуализация, которая позволяет разглядеть ударные волны в среде. Исследования ударной волны и разряда будут проведены с использованием системы, включающую высокоскоростную регистрацию изображения струи камерой Memrecam HX-4, синхронизованную с импульсным лазером LQ-529b, установки для исследования шлирен-методом совместно с вакуумной системой.

Эксперимент по измерению параметров ударной волны будет проходить в вакуумной камере с диапазоном давления от 3,3 кПа до 100 кПа. В вакуумной камере существуют окна, через которые можно направить установку для шлирен-визуализации. Внутри вакуумной камеры устанавливается мишень — цилиндрическое сопло диаметром от 3 до 5 мм и длиной в несколько диаметров, после чего идет откачка воздуха. Луч, проходя через окно и линзу, фокусируется внутри мишени. Импульсный оптический разряд должен произойти внутри мишени.

Система измерения импульса тяги порядка 1 мкН · с внутри вакуумной камеры предполагается в виде тарированного баллистического маятника с высокой степенью автоматизации снятия показателей. Для оценки аблированной массы предполагается использовать точные весы и дополнительно оптический микроскоп для измерения кратера на мишени [8-9]

Вывод

Ожидаемые результаты заключаются в получении экспериментальных данных координаты и скорости ударной волны в вакууме и сравнении с результатами, полученные в воздухе. Учитывая параметры съемки камеры, возможно измерить и исследовать потоки, скоростью до 4 км/с (скорость съемки 400000 кадров/сек)

Список литературы:

1. Оценка приращения скорости космического летательного аппарата на лазерной тяге / Саттаров А.Г., Сочнев А.В., Бикмучев А.Р., Зиганшин Б.Р. // В книге: Научное наследие и развитие идей К.Э. Циолковского Материалы 54-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. 2019. С. 355-357.

2. Статическая устойчивость по угловому движению летательного аппарата со штыревым коническим соплом на лазерной тяге / Саттаров А.Г., Сочнев А.В., Бикмучев А.Р. // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2018. № 2. С. 142-145.

3. Лазерный ракетный тепловой двигатель для микро- и наноспутниковых космических систем нового поколения / Бикмучев А.Р., Сочнев А.В. // В сборнике: XXIII Туполевские чтения (школа молодых ученых) Международная молодёжная научная конференция: Материалы конференции. Сборник докладов: в 4 томах. 2017. С. 1055-1058.

4. Исследование составляющих лазерной реактивной тяги при помощи уравнения регрессии второго порядка / Саттаров А.Г., Сочнев А.В. // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2016. Т. 72. № 1. С. 32-39.

5. Измерение продолжительности импульса оптического разряда в воздухе и на модели СНО-состава для оценки мощностных параметров и режима работы импульсного лазера / Саттаров А.Г., Сочнев А.В. // Труды Академэнерго. 2016. № 3. С. 133-140.

6. Импульсный лазерный ракетный двигатель с тягой 0,1 — 0,01 Н / Сочнев А.В. // В сборнике: Управление движением и навигация летательных аппаратов Сборник трудов XVII Всероссийского семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов. Научный редактор Балакин В. Л. 2015. С. 166-167.

7. Измерение импульса реактивной силы, создаваемый импульсным оптическим разрядом при помощи баллистического маятника / Саттаров А.Г., Сочнев А.В., Бикмучев А.Р. // Труды Академэнерго. 2015. № 1. С. 75-82.

8. Оценка массы аблированного вещества применительно к теории лазерного ракетного двигателя / Зиганшин Б.Р., Сочнев А.В., Саттаров А.Г. // В книге: Международная молодёжная научная конференция "XV Королёвские Чтения", посвящённая 100-летию со дня рождения Д.И. Козлова. Тезисы докладов. 2019. С. 356.

9. Тепловые и гидродинамические механизмы лазерной абляции при создании реактивной тяги / Зиганшин Б.Р. // В книге: Гагаринские чтения — 2019 Сборник тезисов докладов XLV Международной молодежной научной конференции. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). 2019. С. 156-157.

Спиновый детонационный двигатель

Карташова М.В., Федюнин Д.А.
МАИ, Москва
kartoxa67@rambler.ru

Детонация уже давно ассоциируется с взрывами (и взрывчаткой), а не с двигателями. Для этого есть много причин; однако самое главное, что детонации производят чрезвычайно высокие давления, ударные волны и высокие скорости. Другая трудность для применения двигателя является постоянное и последовательное создание взрывов. Благодаря исследованиям последних десятилетий, на материалах, способных выдерживать высокое давление, температуру и тепловые потоки, свойственные взрывам, а также благодаря энтузиастам, которые работали эффективно, быстро и надёжно, детонационные двигатели стали возможны.

Устройство двигателя

Камера сгорания представляет собой замкнутый контур, в котором основным течение газа является от камеры впрыска к выходу из сопла двигателя. Ряд микро-струйных форсунок впрыскивают предварительно приготовленную смесь топлива и воздуха или кислорода в осевом направлении от высокого давления нагнетания, и детонация вновь начинается в камере сгорания, используя заново впрыснутую смесь. Газ после этого расширяется в азимутальном и осевом направлении, и может быть как дозвуковым, так и сверхзвуковым (или и таким, и таким одновременно), в зависимости от обратного давления в сечении сопла.

Ключевой параметр

Первым важным давлением является давление нагнетания в микро-струйном инжекторе, Po, и второе обратное давление на выходе камеры сгорания, Pb. Чтобы подчеркнуть влияние этих давлений, соотношение давлений, Po/Pb, рассматривалось в двух случаях. В первом давление нагнетания до 10 атм, а обратное давление менялось от 0.5 до 4 атм. Во втором, обратное давление удерживалось на уровне 1 атм, а давление нагнетания варьировалось от 2,5 атм до 20 атм. В обоих вариантах соотношение давлений изменилось с 2,5 до 20. Хотя скорость массового расхода вещества и тяга двигателя заметно различались в двух случаях, удельный импульс (основная степень эффективности двигательного устройства) зависел только от давления.

Оценка производительности

Удельный импульс — это отношение силы тяги или выходного усилия к расходу топлива по массе и служит хорошим показателем эффективности двигателя. Полезно поместить рассчитанный общий удельный импульс РДД в один ряд с другими концепциями высокоскоростных и усовершенствованных двигателей. Сопоставимый удельный импульс для многосоплового ПДД, работающего на стехиометрической смеси водород-воздух, составляет около 4100 С. Для СДД при тех же условиях мы получаем импульс около 4950 С, что показывает увеличение производительности для СДД по сравнению с ПДД примерно на 33%.

Заключение

Спиновые детонационные двигатели, как вид продолжительно работающих детонационно-волновых двигателей, показали, что потенциал для дальнейшего развития реактивных движителей заключается в вышеупомянутом импульсном двигателе и детонационно-волновом.

Дальнейшая работа в этой области поможет глубже понять характеристики этих двигателей и разработать экспериментальные установки и, в конечном счете, реальные двигатели.

Анализ работы сверхзвукового осесимметричного воздухозаборного устройства на расчетном и нерасчетном режимах

Коваль С.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Яковлев А.А.
МАИ, Москва
koval-svetlana@ro.ru

Важнейшим вопросом при проектировании перспективного летательного аппарата (ЛА) является разработка высокоэффективной силовой установки. Одним из факторов, влияющим на его эффективность, является выбор входного устройства. Таким образом, повышение требований к характеристикам силовой установки ЛА приводит к необходимости разработки пространственных воздухозаборников или воздухозаборников сложной формы [1].

Основными требованиями, предъявляемыми к входным устройствам, являются:

• Обеспечение высоких значений коэффициента сохранения полного давления;

• Минимальное аэродинамическое сопротивление;

• Минимальные габариты и вес;

• Обеспечение устойчивой и эффективной работы во всем требуемом диапазоне режимов полёта и режимов работы двигателя [2].

Интерес к данной задаче обусловлен тем, что работа программы регулирования воздухозаборного устройства (ВЗУ) на различных режимах полёта оказывает огромное влияние на рабочие характеристики ВЗУ и, как результат, силовой установки в целом. Выбор программы регулирования является одним из важнейших видов работ на этапе формирования исходных данных при проектировании силовых установок летательных аппаратов [3]. Использование численного моделирования для решения различных газодинамических задач позволяет расширить диапазон исследования, а, следовательно, значительно сократить число экспериментов при отработке ВЗУ и, тем самым, существенно уменьшить затраты на создание подобных устройств. Одной из таких задач является определение характеристик воздухозаборного устройства (ВЗУ) в широком диапазоне скоростей полёта летательных аппаратов.

В данной работе рассматривается сверхзвуковое осесимметричное трехскачковое воздухозаборное устройство внешнего типа сжатия, численное моделирование которого проводилось в пакете прикладных программ для различных режимов работы ВЗУ. По результатам численного моделирования воздухозаборного устройства проведено сравнение с целью верификации расчётной модели, получено решение задачи с целью выявления точки оптимума по минимальным потерям на нерасчетном режиме работы ВЗУ путем изменения

положения центрального тела без изменения его геометрии, что автоматически приводит к решению задачи регулирования с использованием оптимизатора IOSO [4].

На основании полученных данных сделан вывод о том, что проведённый анализ подтверждает целесообразность и актуальность использования современных методов численного эксперимента в процессе проектирования узлов силовой установки ЛА.

Моделирование распределения газодинамических параметров в ракетном двигателе значительного удлинения

Колотов Е.К.
Научный руководитель — к.т.н. Арсентьева М.В.
ТулГУ, Тула
evgas.kolotov@gmail.com

Для ракетных двигателей твердого топлива, имеющих значительное удлинение и высокую объемную плотность заряжания, характерно существенное изменение параметров газового потока по длине камеры сгорания вследствие падения статического давления, появления эффекта эрозионного горения и гидродинамических потерь.

Для моделирования процесса в одномерной квазистационарной постановке разработан алгоритм и программа «RDTT_1GasDin», реализующая его, которая поддерживает выполнение следующих функций:

1) ввод физических параметров;
2) визуальный выбор геометрии снаряжения двигателя;
3) задание геометрических размеров;
4) отображение результатов расчета в графической форме;
5) отображение результатов расчета в виде числовых величин и массивов данных.

Оперативное отображение и документирование результатов расчета осуществляется в виде изображения на экране и файла текстового формата.

Программа поддерживает защиту от ошибок пользователя и обеспечивает диагностику некорректной структуры и содержания входных данных.

Входными данными для работы ПК являются:

• Габаритные размеры камеры сгорания двигательной установки;
• Геометрия снаряжения;
• Физические данные о свойствах топлива и продуктов сгорания;
• Параметры расчета и выводимой информации.

Выходными данными, формируемыми ПК, являются:

• Графическое изображение давления, температуры, скорости и плотности продуктов сгорания вдоль оси камеры двигателя, отображаемое на экране монитора;

• Результирующий файл «*.rez» текстового формата. Результаты расчета выводятся в данный файл при необходимости. Формат — текстовый (кодировка ANSI). Расположение информации — табличное, с пояснениями выводимых величин. Для обеспечения лучшей совместимости с программой Excel в качестве разделителя значений в файлах результатов расчета используется символ табуляции.

Моделирование позволяет проводить анализ процессов в исследуемом объекте и выработать заключение о его работоспособности.

Разработанная программа была протестирована с использованием экспериментальных данных, а также сравнением с расчетами по другим методикам.

Численное моделирование рабочего процесса в камере сгорания пиропатрона энергетического привода

Ласкин В.А.
Научный руководитель — к.т.н. Арсентьева М.В.
ТулГУ, Тула
gkb983bro@mail.ru

Процесс проектирования энергетического привода подвижных механизмов включает в себя выработку рекомендаций к снаряжению пиропатрона, являющегося его основным элементом. Разработка подобных изделий экспериментальным путем требует значительных материальных и временных расходов. Сокращение затрат и времени на отработку дает численное моделирование процессов.

Целью работы является обеспечение надежного срабатывания изделия посредством прогнозирования вычислительными методами развития параметров его рабочего процесса.

Достижение поставленной цели потребовало решения ряда задач:

• Построение комплексной математической модели расчета параметров процесса, базирующейся на основных законах термодинамики тела переменной массы с привлечением эмпирических соотношений, учитывающих характерные отличительные особенности функционирования изделий указанного класса;

• Разработка алгоритма численной реализации построенной математической модели и создание программно-методического комплекса, ориентированного на решение проектных задач;

• Исследование параметров процесса в пиропатроне и установление закономерностей их развития в зависимости от различных факторов, позволяющих выбрать рациональные параметры проектируемого изделия;

• Научное обоснование технических решений по выбору формы, состава и числа топливных элементов.

При моделировании процесса принимались следующие основные допущения:

• Заряд представляет собой набор топливных элементов разного размера, горящих по всем поверхностям;

• Наличие частиц к-фазы в продуктах сгорания не учитывается.

Математическая модель включает в себя основные уравнения массового прихода и массового расхода продуктов сгорания через дроссельные отверстия, а также зависимости для определения свободного объема плунжера в процессе его работы.

При описании горения топливных элементов используется геометрическая гипотеза. Также в систему уравнений включаются зависимости для определения основных термодинамических параметров продуктов сгорания.

На основе математической модели разработан алгоритм и составлена программа, с помощью которой проведены численные эксперименты, позволяющие подобрать оптимальный вариант снаряжения камеры сгорания пиропатрона и получить максимальное значение импульса давления.

Список литературы:

1. Внутрибаллистические процессы в ствольных и ракетных двигателях: в 3 ч. Ч. 1 // М.В. Арсентьева, М.С. Воротилин, Н.В. Могильников, В.Ю. Сладков, О.А. Фомичева. Тула: Изд-во ТулГУ, 2019. 283 с.

2. Арсентьева М.В., Никитин В.А. Программно-методический комплекс расчета внутрибаллистических процессов в ракетных двигателях с топливными элементами сложной формы // Современные технологии в науке и образовании — СТНО-2017 [текст]: сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 8 т. Т. 8 / под. общ. ред. О.В. Миловзорова. Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2017. С. 54-58.

3. Арсентьева М.В., Ласкин В.А. Моделирование рабочего процесса в пиропатроне // Молодежь. Техника. Космос: труды XI Общероссийской молодежной науч.-техн. конф. Т. 2 / Балт. гос. техн. ун-т. СПб.; 2019. С. 230-234.

4. Ласкин В.А. Энергетический привод подвижных механизмов // XIV Региональная магистерская научная конференция (8-12 апреля 2019 года): сб. докладов / под научной редакцией канд. техн. наук, доц. Г.Е. Мишуниной. В двух частях. Часть I. Тула: Изд-во ТулГУ, 2019. С. 338-339.

5. Ласкин В.А. Расчет внутрибаллистического процесса в пиропатроне // Межрегиональная научная конференция «Промышленная революция 4.0: взгляд молодежи»: тезисы докладов конференции. Тула: Изд-во ТулГУ, 2019. С. 32.

Разработка процесса производства тонкостенных бесшовных швеллерных колец

Лесин А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Костышев В.А.
Самарский университет, Самара
toni_lesin@mail.ru

Цель работы: разработать способы формоизменения тонкостенных бесшовных швеллерных колец раскаткой с данной структурой и механическими свойствами из алюминиевого сплава АК8.

В двигателестроении при монтажных соединениях магистральных трубопроводов, а также для сборки больших машиностроительных узлов с повышенными требованиями по плотности соединений повсеместно используются пластически деформированные в горячем состоянии раскатные кольца. Кольцевые заготовки производят при помощи метода раската, и мы получаем увеличение внутреннего и наружного диаметров кольца за счёт уменьшения толщины его стенки. Чтобы повысить производительность труда и сократить расход металла нужно внедрить ресурсосберегающие технологии. На раскатных машинах осуществляется процесс раскатки разными способами, всё зависит от размеров обрабатываемой заготовки. Кольца работают в критериях больших нагрузок от осевых сил и сил теплового расширения, которые образуются при работе самого кольца, но и от воздействия сопрягаемых с ним составных частей, а также испытывают явные физико-химические изменения, приводящие время от времени к потере их работоспособности. Для того чтобы обеспечить высокую надёжность работы колец нужно обеспечить наилучшее структурно — фазовое состояние материала за счёт формы профиля колец. Большое количество геометрических форм профилей, их размеров, притязаний к их качеству, предоставляют нам возможность воспользоваться в настоящем времени огромным количеством технологичных схем производства кольцевых профилей в ракетостроительном производстве. Существуют две основные группы технологичных схем производства кольцевых заготовок: 1) Получение кольцевых заготовок из листа; 2) Получение раскаткой из кованой заготовки.

Чаще всего в машиностроительном производстве используются технологичные схемы получения колец формовкой из листа и раскаткой из целостной заготовки. Довольно обширно используется технологичная схема получения колец формовкой из листовой заготовки способами осадки, отбортовки и ротационного раската. В связи с явной многогранностью получения профиля кольца по оборудованию, но и по технологии обработки эта схема владеет некими недочётами. Это можно заметить в проявлении понижения уровня готовой продукции и снижения его экономичности. Таким образом коэффициент выхода годного нередко не превосходит 0,2. В основном, отходы образуются из потерь при раскрое и механической обработке кольца. Так как технологичная цепочка очень длинная, потребуются высокие затраты на трудоёмкость, а также с помощью применения малопроизводительных механической и слесарной операций. Главным формообразующим процессом в технологичной схеме производства колец считается раскатка, так как по собственному назначению она в наибольшей мере многофункциональна. Схема производства бесшовных кольцевых профилей раскаткой из кованой заготовки, в основном, используется в настоящее время. По этой схеме, технологичная цепочка существенно меньше предшествующей. В 8…10 раз ниже трудоёмкость. Тут технологичные отходы образуются из потерь при

металлургическом переделе «пруток – раскатное кольцо» и при механической обработке. Но если не брать во внимание существенно минимальные потери при переделе «пруток — раскатное кольцо», коэффициент выхода годного при этом не превышает 0,1...0,2. Имеющиеся технологии раскатки являются несовершенными, это связано с отсутствием процесса получения тонкостенных бесшовных профильных колец. Помимо этого, появляется структурная неоднородность и как результат пониженная эксплуатационная надежность составных частей. В известной технологии раскатки колец способом выдавливания, при её применении, появляется значительная структурная неоднородность, что создаёт большую неравномерность механических свойств, при всём этом выносливость понижается на 20...30%, в сравнении с однородным мелкозернистым металлом. Если соблюдать условие решения задач по получению тонкостенных фланцевых профилей, коэффициент выхода годного может быть увеличен до 0,35. Процесс раскатки бесшовных колец будет более рациональным, в сравнении с процессом производства сварных колец. Для увеличения экономичности и эксплуатационной надежности кольцевых составных частей нужно разработать процесс получения тонкостенных бесшовных фланцевых кольцевых профилей с однородной структурой и высокими уровнями механических свойств. При исследовании процесса формоизменения профильных раскатных колец с разработкой механизма процесса раскатки и последующим определением главных технологичных характеристик процесса, можно удачно решить поставленную задачу.

Чтобы добиться поставленной цели потребуется решить следующие задачи:

1. Определить технологичные параметры при производстве кольцевых заготовок.

2. Исследовать формоизменения материалов в калибрах сложной формы и разработать рациональные калибровки для получения профильных кольцевых заготовок.

Список литературы:

1. Костышев В.А., Шитарёв И.Л. Раскатка колец / Под общ. ред. В.А. Костышева. Самар. гос. Аэрокосм. ун-т. Самара, 2000-208 с.

Математическое моделирование теплового состояния стенки жидкостного ракетного двигателя малой тяги и использование инструментов оптимизации для уточнения математической модели

Морозова Ж.А.
Научный руководитель — к.т.н. Боровик И.Н.
МАИ, Москва
jeannemorozoya2@gmail.com

В связи с тем, что экспериментальный метод разработки новых двигателей требует большого количества ресурсов, времени и средств, математическое моделирование получило широкое применение. Математическое моделирование позволяет сократить затраты, а также позволяет моделировать динамические процессы в ракетных двигателях, и ограничивается только временем и возможностями вычислительной техники. Целью работы являлся анализ внутрикамерных рабочих процессов и поиск значений коэффициентов математической модели, позволяющих получить тепловое состояние ракетного двигателя, соответствующее результатам экспериментального исследования. Математическое моделирование проводилось в программных комплексах NX 11 и Ansys 19.2 На первом этапе, пользуясь осевой симметрией двигателя, в NX 11 была создана геометрическая модель части расчетной области жидкостного ракетного двигателя малой тяги с частью области истечения продуктов сгорания в атмосферу и перенесена в рабочую область пакета прикладных программ ANSYS WB. Далее следовало построение расчетной сетки. Для нахождения начальных приближений был произведен термодинамический расчет равновесного состава продуктов сгорания топлива АТ и НДМГ. Полученные результаты далее были использованы как начальное приближение для решения нестационарной задачи нагрева стенки. Для имитации работы и выключения двигателя менялся массовый расход с 0.036 кг/с до 0. После решения нестационарной задачи прогрева стенки камеры сгорания для моделирования процесса охлаждения использовался результат расчета нагрева стенки как начальные условия для

дальнейшего охлаждения. Таким образом можно получить модель работы двигателя в процессе нагрева и охлаждения стенки. Для получения более точных результатов использовалась опция Direct Optimization в ANSYS WB для нахождения точных значений ширины слоя завесы и коэффициента теплового сопротивления контакта. Задавая значения температур из данных эксперимента как значения, которые должны получиться на выходе, а значение ширины слоя завесы и теплового сопротивления контакта как переменные параметры, функция Direct Optimization находит значения с наилучшим соответствием эксперименту. Таким образом, при помощи этой функции были подобраны наиболее подходящие значения, при которых достигалось соответствие значений температур, полученных в математической модели, и экспериментальных данных. Представленный способ позволил найти значения неизвестных переменных для рассматриваемого двигателя, соответствующих результатам эксперимента.

Список литературы:

1. Безменова Н.В. Численное моделирование сопряженного теплообмена в ЖРД малых тяг в целях повышения их эффективности. Дисс. на соиск. учен. Степени канд. техн. Наук. — Самара: СГАУ, 2001 г.

2. А.А. Козлов, А.Г. Воробьев, И.Н. Боровик Жидкостные ракетные двигатели малой тяги. — М.: Изд-во МАИ, 2013 г.

Математическое моделирование циклов работы эжектора импульсного детонационного двигателя

Нахшунова С.И., Хамадов Р.Р.
МАИ, Москва
Tcuranami@gmail.com

Газовый эжектор — устройство, в котором избыточное давление высоконапорных газов используется на сжатие газов низкого давления. Эжекторы — это устройства для увеличения тяги. Их производительность зависит от эффективной передачи энергии между первичным и вторичным потоками газов в камере сгорания.

Анализ проводился с использованием компьютерного моделирования гидродинамики. Моделирование решает осесимметричные уравнения Навье-Стокса для неравновесной смеси термически идеальных газов. Поскольку основные механизмы захвата потока нестационарных газов по существу невязки, мы пренебрегаем вязкими компонентами и поэтому используем уравнения Эйлера. Набор уравнений решается численными методами. Полученные уравнения затем линеаризуются и решаются итерационно, используя метод Гаусса-Зайделя.

В целях обеспечения соответствия результатов, полученных при моделировании реальных процессов, фронт детонационной волны исследуется с использованием многоуровневой, динамически адаптивной сетки. Такая сетка постоянно адаптируется, чтобы фронт детонации был в пределах моделирования. Возможна реализация произвольного количества уровней. В нашей модели было использовано 9 уровней адаптивной сетки по 100 точек.

Результатами моделирования стало следующее: накопленная в значительном количестве энергия, создает ударную волну, выходящую из детонационной трубки. При отсутствии эжектора на конце трубки энергия рассеивалась в окружающей среде. При добавлении эжектора часть этой энергии может быть использована для производства тяги. Более высокий импульс был получен при использовании эжектора импульсного детонационного двигателя. Более высокая производительность обуславливается способностью противодействовать давлению окружающей среды, после того как ударная выходит из сопла. Коэффициент увеличения импульса для эжектора импульсного детонационного двигателя составил 1,9. При это важным аспектом является расположение эжектора на конце детонационной трубки так, чтобы ударная волна, выходящая из детонационной трубки приходила на эжектор. Многоцикловый расчет эжектора импульсного детонационного двигателя показал, что после 5 циклов коэффициент усиления импульса составил 1,7.

Расчетно-экспериментальное исследование воздействия шероховатости поверхности на температуру рабочего тела в агрегате наддува, выполненного по аддитивной технологии

Смекалкин А.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Иванов А.В.
АО «НПО Энергомаш», Химки
Smekalkin_as@mail.ru

Одним из перспективных направлений изготовления деталей со сложной геометрией являются аддитивные технологии. По сравнению с традиционными методами производства эти технологии открывают широкие возможности перед разработчиками.

При изготовлении агрегата наддува, выполненного по аддитивной технологии, в процессе спекания металлопорошковой композиции образуется шероховатость, влияющая на коэффициент теплоотдачи. Твердая структура гранул с точки зрения теплообмена оказывает двойное воздействие. Во-первых, обладая большим термическим сопротивлением ухудшая теплообмен. Во-вторых, создаваемая ими шероховатость улучшает теплообмен за счет турбулизации потока. При диаметре шероховатости более 1,64 мкм будет существенно влиять на теплопередачу в агрегате наддува, что приводит к повышению температуры рабочего тела.

Для учета влияния шероховатости, разработана методика и проведены тепловые расчеты агрегата наддува двигателя РД191, выполненного с применением технологии лазерного сплавления. Моделирование выполнялось для азота и генераторного газа. В результате определено что, подогрев азота на выходе из агрегата наддува с учетом повышенной шероховатости на 13% выше, чем при расчете конструкции, изготовленной традиционным способом.

Результаты расчетов подтверждены данными полученными экспериментальным путем при проведении огневых испытаний в АО «НПО Энергомаш». Исходя из результатов расчета с учетом особенностей технологии изготовления можно определить оптимальные геометрические параметры, что позволяет создать высокоэффективный теплообменный аппарат.

Список литературы:

1. Белов Е.А., Иванов А.В., Иванов Н.Г., Кашапов М.А., Климов В.Ю., Левочкин П.С., Неруш С.В., Ромасенко Е.Н. Применение технологии селективного лазерного сплавления (СЛС) для изготовления теплообменников систем наддува баков ракет-носителей // Труды НПО Энергомаш. М., 2018. №35. С. 93-105.

2. Смекалкин А.С., Иванов А.В. Влияние коэффициента теплопроводности конструкционных материалов на температуру гелия в агрегате наддува // Труды НПО Энергомаш. М., 2019. №36. С. 67-75.

Оптимизация конструктивно-технологических параметров изделия при аддитивном изготовлении элементов его конструкции

Судьин Д.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ионов А.В.
МАИ, Москва
daniil_sudin@mail.ru

Аддитивные технологии изготовления деталей находят все большую применяемость в аэрокосмической отрасли. Происходит это из-за того, что в данной отрасли очень часто проводится изготовление деталей сложной геометрии в количестве десятков или сотен экземпляров. При таких условиях аддитивное изготовление становится целесообразным в том числе и для серийного изготовления штатных изделий.

В данной работе были рассмотрены методы аддитивного изготовления металлических элементов конструкции ракетных двигателей, а также путей оптимизации их конструкции и технологии их изготовления.

Для металлических изделий чаще всего применяются следующие методы изготовления:

Powder bed fusion — данный метод представляет собой формирование слоя построения детали путем сплавления между собой частиц металлического порошка, равномерно распределенного по всей поверхности рабочей платформы.

Direct energy deposition- Технология предполагает подачу материала с подведением энергии непосредственно в точку в зоне построения фрагмента детали.

Производители используют разные конфигурации применяемых технологии в зависимости от целей и задач.

При изготовлении малогабаритных изделий, в условиях серийного производства, наиболее подходящей является PBF, поскольку есть возможность изготовить на одной платформе сразу несколько изделий.

В качестве двигателя-прототипа был выбран малогабаритный твердотопливный двигатель закрутки, предназначенный для стабилизации вращением траектории полёта ракеты, а в качестве объекта оптимизации был выбран его корпус. Корпус данного двигателя представляет собой цилиндрический каркас из титанового сплава, к которому припаяны два коротких газохода, изготовленных за одно с сопловыми блоками штамповкой. Сопловые блоки дорабатываются механической обработкой, для чего в них с обратной от сопла стороны предусмотрены технологические отверстия, закрывающиеся в последствии заглушкой

При аддитивном изготовлении данного корпуса были внесены следующие изменения:

Удалось сократить количество материала в местах перехода с каркаса на газоход, за счет того, что в местах пайки газоходов двигателя-прототипа была предусмотрена стенка большей толщины и посадочные места для пайки, выполненные под углом. При аддитивном изготовлении газоходы расположены перпендикулярно оси каркаса, а в местах перехода выполнено утолщение в виде фаски. Такие же изменения выли внесены в конструкцию в местах перехода с газохода на сопловой блок. Кроме того, удалось выдержать более точное расстояние между осями сопловых блоков, поскольку они были изготовлены за одну деталь с остальными элементами конструкции корпуса.

Конструкция соплового блока при аддитивном изготовлении может быть выполнена в двух вариантах. В первом случае сопловой блок нового корпуса геометрически повторяет предыдущий, поскольку сопло необходимо выполнить с низкими значениями шероховатости, то механическая обработка там тоже буде проводится.

Во втором же случае на участке соплового блока может быть выполнено только посадочное место для отдельно изготовленного раструба. Преимуществом данного варианта является то, что сам корпус будет легче и проще, а сам раструб будет проще изготовить отдельно.

В результате данной оптимизации удалось сократить количество задействованного материала, сделав корпус легче, а также сократить количество деталей в двигателе, сократив тем самым количество технологических операций, сделав его изготовление проще и дешевле.

Список литературы:

1. Довбыш В. М., Забеднов П. В., Зленко М. А. — Аддитивные технологии и изделия из металла.

2. Гибсон Я. Розен Д. Стакер Б. Технологии аддитивного производства. Трехмерная печать, быстрое прототипирование, и прямое цифровое производство. М.: ТЕХНОСФЕРА,2016- 656 стр.

3. Мухамедов В.С. Твердотопливные двигатели специального назначения. — СПб., 2018 —152 с.

4. P. Starikov, A. Ionov, S. Seliverstov, Igor Borovik, A. Matushkin — Mathematical Modeling of Heat Transfer Processes in a Wall with a Regular Pseudo-pore Structure // Proceedings of International Conference on Aerospace System Science and Engineering 2018. С. 155-168

Секция №2.4 Электроракетные двигатели

Параметры перезарядочной плазмы, образующейся при работе стационарного плазменного двигателя в условиях вакуума стенда

Валиуллин В.В., Бляхарский С.С., Бляхарский Я.С.
Научный руководитель — д.т.н. Надирадзе А.Б.
МАИ, Москва
valeeerka96@yandex.ru

Для оценки воздействия струи электроракетного двигателя (ЭРД) на космический аппарат (КА) необходимо знать параметры перезарядочной плазмы в задней полусфере двигателя [1,2]. К этим параметрам обычно относят концентрацию частиц или плотность тока ионов перезарядки на заданную поверхность. В условиях космического пространства ионы перезарядки (будем называть их «собственными») образуются в результате взаимодействия ускоренных ионов струи с неионизированными частицами рабочего тела. Содержание таких ионов оценивается на уровне 1-2% полного ионного тока струи. В стендовых условиях ионы перезарядки возникают при взаимодействии ускоренных ионов струи с остаточным газом вакуумной камеры [3,4]. Количество таких ионов (будем называть их «индуцированными») зависит от давления остаточного газа и ионного тока струи. Ионы перезарядки имеют относительно небольшую энергию (менее 20-50 эВ) и распространяются, преимущественно, под действием электрического поля струи и двигателя. Это приводит к тому, что ионы перезарядки могут попадать в обратную полусферу двигателя (за плоскостью среза), что может стать причиной различных негативных эффектов как в натурных, так и в стендовых условиях. В данной работе проведены расчеты и экспериментальные измерения параметров ионов перезарядки в условиях стенда.

Расчет тока «индуцированных» ионов перезарядки в обратную полусферу двигателя проводился с помощью модели «ионного жгута». В данной модели струя двигателя представлена в виде цилиндра («ионного жгута») из которого равновероятно во все стороны движутся ионы перезарядки. Поток ионов перезарядки вдоль этого жгута уменьшается по экспоненциальному закону, в следствии изменения частоты столкновения ускоренных ионов струи с остаточным газом вакуумной камеры. Частота столкновений зависит от плотности потока ускоренных ионов струи, концентрации остаточных газов и эффективного сечения перезарядки рассеяния молекулы рабочего тела. Сечение перезарядки определяется энергией ускоренных ионов струи [5]. Общий ток ионов перезарядки в обратную полусферу двигателя рассчитывался интегрированием тока от элементарного объема по длине ионного жгута. Интегрирование производилось численно, методом Симпсона.

Измерение приходящего ионного тока в обратной полусфере двигателя осуществлялась с помощью плоского зонда Ленгмюра [6]. Измерялась вольтамперная характеристика (ВАХ) зонда, по которой производилась оценка концентрации заряженных частиц и тока ионов перезарядки на заданную поверхность.

Анализ полученных данных показал, что рассчитанный ток «индуцированных» ионов перезарядки в обратной полусфере двигателя сопоставим с величиной измеренного ионного тока.

Результаты:

1. Рассмотрена модель «ионного жгута» для расчета тока ионов перезарядки в плоскости среза двигателя;
2. Рассчитан ток ионов перезарядки от «ионного жгута» через плоскость среза двигателя;
3. Измерена ВАХ плоского зонда Ленгмюра в ходе эксперимента на стенде и рассчитан ионный ток перезарядки на эту заданную поверхность;
4. Произведено сравнение рассчитанного тока с измеренным током с зонда в процессе эксперимента, и полученные данные соотнесены с теорией плоского зонда в неизотермической плазме.

Список литературы:
1. Л.С. Новиков, «Взаимодействие космических аппаратов с окружающей плазмой», учебное пособие, М.: Университетская книга, 2006г.
2. Ким В.П., Надирадзе А.Б., Попов Г.А., Ходненко В.П., Шишкин Г.Г. «Проблемы применения электроракетных двигателей на космических аппаратах» — в кн. «Модель космоса», изд. 8-е., том 2, «Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов», под ред. проф. Л.С. Новикова, М. 2007 г., изд.-во «Книжный дом Университет». — с. 615-659.
3. Надирадзе А.Б., Фролова Ю.Л. Влияние давления в вакуумной камере на процессы формирования плазменной струи СПД // Авиация и космонавтика — 2018: Сборник тезисов 17-й Международной конференции (19-23 ноября 2018). М.: Люксор, 2018 С. 116-117.
4. Надирадзе А.Б., Фролова Ю.Л., Зуев Ю.В. Калибровка конической модели струи стационарного плазменного двигателя по интегральным параметрам двигателя // Вестник Московского авиационного института. 2019 Т. 26 № 4 С. 144-155 DOI: 10.34759/vst-2019-4-144-155.
5. C. Koppel. Numerical Simulation of the Interactions Between Solar Arrays and the Surrounding Plasma Environment/ C. Koppel, R. Sedmik, C. Scharlemann, M. Tajmar, J. Gonzalez del Amo, A. Hilgers, D. Estublier, G. Noci, M. Capacci// IEPC.-2005.-214.-14.
6. О.В. Козлов, «Электрический зонд в плазме», книга, М., Атомиздат, 1969 г., Главы 1– 4.

Расчет локальных параметров плазмы в разрядной камере высокочастотного ионного двигателя

Гордеев С.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хартов С.А.
МАИ, Москва
svyatoslavgordeev@mail.ru

Одной из тенденций развития современных космических аппаратов является увеличение времени их активного существования. Для управления движением таких аппаратов целесообразно использовать ионные двигатели, поскольку они обладают сравнительно высоким удельным импульсом и высоким ресурсом. В докладе приводится методика расчета локальных параметров плазмы в газоразрядной камере высокочастотного ионного двигателя. Геометрия камеры при расчетах считается осесимметричной. Параметры плазмы рассчитываются в узлах прямоугольной равномерной сетки.

Расчет концентрации ионов рабочего тела основан на том, что в высокочастотном разряде электрический потенциал центральной области плазмы более положителен, чем потенциал стенок вследствие большей подвижности электронов. Расчет осуществляется следующим образом. Сначала задается начальное распределение электрического потенциала в объеме камеры и рассчитываются радиальная и осевая составляющие напряженности электрического поля. Затем рассчитываются траектории ионов, стартующих из узлов сетки и летящих под действием электрического поля в сторону стенок. Затем, на основе закона сохранения количества ионов для каждой траектории рассчитывается их концентрация вдоль траекторий и в узлах сетки. Далее по полученному распределению концентрации пересчитывается распределение электрического потенциала. Расчет производится итерационно до получения результата с заданной точностью.

Расчет концентрации нейтральных атомов основан на размещении кольцевых источников частиц на границах рассматриваемой области. Границы области задаются набором линейных отрезков. Рассматриваются потоки частиц между отрезками. Поток частиц с входной границы рассчитывается на основании известного массового расхода рабочего тела. В результате получается система уравнений, из решения которой находятся потоки частиц. С использованием значений этих потоков рассчитываются концентрации нейтральных частиц в объеме камеры.

Расчет нестационарного электрического поля производится с учетом расположения индуктора, величины и частоты тока в нем, и токов в плазме.

Разработанная методика применима для анализа локальных параметров плазмы при различных режимах работы высокочастотного ионного двигателя.

Работы выполнены в рамках реализации Федеральной целевой программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 — 2020 годы" (Соглашение о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий №075-15-2019-1718 от 26.11.2019. Уникальный идентификатор проекта: RFMEFI60419X0211).

Разработка конкурентоспособного стационарного плазменного двигателя на криптоне масштаба СПД-140

Захарченко В.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ким В.П.
МАИ, Москва
vladd18@ro.ru

Стационарные плазменные двигатели (СПД), использующие ксенон в качестве основного рабочего вещества (РВ), успешно работают в космосе уже многие годы, решая целый ряд задач управления движением космических аппаратов (КА) [1]. Поскольку ксенон производится в ограниченных масштабах и является очень дорогим веществом актуальность приобретают альтернативные РВ. Одним из перспективных РВ для СПД является криптон, который больше, чем на порядок, дешевле ксенона и представляет собой, как и ксенон, инертный газ и имеет первый потенциал ионизации, близкий к потенциалу ионизации ксенона при значительно меньшей атомной массе. В докладе представлены результаты исследования возможности разработки эффективного стационарного плазменного двигателя, работающего на криптоне.

Приведены результаты исследования характеристик модернизированной модели СПД-140ПМ при повышенных расходах рабочего вещества (РВ). Доказана возможность достижения тяговой эффективности данной модели на криптоне близкой к максимальной тяговой эффективности на ксеноне при расходах криптона более 14 мг/с.

Результаты 50-часовых эрозионных испытаний этой модели на режиме работы с разрядным напряжением 400 В и разрядной мощностью 10 кВт свидетельствуют, что реактивная тяга на этом режиме составляет около 500 мН, тяговый КПД — более 60%, а удельный импульс тяги — не менее 2650 с.

Исследованы зоны эрозии и скорости износа стенок разрядной камеры (РК) при работе на режимах с повышенной мощностью. Было получено, что скорости износа стенок в модели СПД-140ПМ на названном режиме близки к скоростям износа стенок в известном двигателе СПД-100 при сопоставимых геометриях выходной части ускорительного канала.

В целом полученные данные свидетельствуют о возможности разработки конкурентоспособного СПД на криптоне.

Список литературы:

1. Dan Lev, Roger M. Myers, Kristina M. Lemmer et al. The technological and Commercial Expansion of Electric Propulsion in the past 24 years // paper IEPC 2017- 242, Proc. 35th International Electric Propulsion Conference, October 8-12, 2017, Georgia Insitute of Technology, Atlanta, USA.

Проблемы разработки СПД малой мощности

Калязин В.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ким В.П.
МАИ, Москва
uii00535870@yandex.ru

В настоящее время для решения различных задач в космосе предполагается применение малых космических аппаратов (МКА) массой от нескольких десятков до сотен килограмм. Для управления движением таких МКА требуется двигательная установка (ДУ) с малой массой, большим ресурсом и большим суммарным импульсом тяги. Этим требованиям соответствуют элекроракетные ДУ, в частности стационарные плазменные двигатели.

Электроракетные ДУ малой мощности должны решать такие же задачи, как и ДУ большой мощности, поэтому к ним предъявляются те же требования по удельному импульсу тяги, ресурсу, КПД.

Т.о. малый СПД должен обеспечить ресурс почти такой же как на больших двигателях (прим. 7000 часов). Возможным путем достижения такого ресурса является разработка СПД с вынесенным слоем ионизации и ускорения (СИУ)[1], что подтверждено на больших двигателях. Применительно к двигателям малой мощности вынесенный СИУ был реализован в СПД-40 мощностью 200 Вт. Однако, в СПД малой мощности, в т.ч. СПД мощностью до 100 Вт возникает острая проблема, которая связана с насыщением элементов магнитной системы (МС). Эта проблема решается путем увеличения площади сечения элементов МС в отношении к размерам УК. Однако, это приводит к возникновению новых трудностей, связанных уменьшением зазоров между элементами МС, что приводит к потерям магнитного потока и уменьшению величины магнитного поля в УК. Для решения этих проблем приходится отказываться от традиционных схем МС.

Важной задачей является также обеспечение необходимого уровня удельного импульса тяги, который увеличивается путем увеличения разрядного напряжения. Увеличение разрядного напряжения усложняет задачу обеспечения необходимого ресурса СПД, что приводит к проблемам, описанным выше.

Эффективность работы больших СПД достигает 60-70%. У существующих двигателей мощностью 100 Вт (СПД-20, СПД-25) КПД достигает 20-25%. Для увеличения КПД этих двигателей необходимо увеличивать величину магнитного поля в УК, т.к. для СПД характерна зависимость: уменьшение ширины УК должно быть пропорционально увеличению величины магнитного поля. Это может привести к тому, что для эффективной работы двигателя малой мощности придется в несколько раз увеличить величину поля в УК. Это снова приводит к проблеме насыщения элементов МС.

Приходится брать во внимание тот факт, что увеличение величины магнитного поля в УК, которое необходимо для сохранения КПД двигателя, противостоит увеличению ресурса двигателя за счет выноса СИУ. Это приводит к тому, что ресурс двигателя должен строго подгоняться под задачи космического аппарата.

Т.о. при разработке малых СПД приходится решать ряд комплексных задач на организацию рабочих процессов в УК и усовершенствование конструкции двигателя.

Автором разработана конструктивная схема СПД, рассчитанного на работу при мощностях менее 100 Вт.

Список литературы:

1. Ким В.П., Гниздор Р.Ю., Грдличко Д.П., Меркурьев Д.В., Митрофанова О.А., Смирнов П.Г., Шилов Е.А., Захарченко В.С. Основные положения, используемые для управления слоем ионизации и ускорения в разряде стационарного плазменного двигателя // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2018. №12. С. 101-112

Рациональные области применения абляционных импульсных плазменных двигателей

Каширин Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хартов С.А.
МАИ, Москва
kashirinrock93@yandex.ru

В настоящее время, в связи с расширением областей применения малых космических аппаратов (МКА), возрастает потребность в высокоэффективных электроракетных двигательных установках (ЭРДУ), сочетающих малую массу и потребляемую мощность с необходимыми для выполнения поставленной задачи ресурсом и суммарным импульсом тяги. Одним из перспективных направлений является создание ЭРДУ на основе абляционных импульсных плазменных двигателей (АИПД). Однако, в связи с наличием альтернативных ЭРДУ малой мощности, таких как стационарные плазменные двигатели (СПД), ионные двигатели, электротермические двигатели становится актуальным вопрос об определении рациональных областей применения АИПД.

Известно, что поскольку регулирование величин тяги и потребляемой мощности у импульсных двигателей происходит путем изменения частоты импульсов при неизменной энергии разряда, удельные характеристики, такие как удельный импульс тяги и тяговая эффективность, АИПД не зависят от потребляемой мощности. В то же время у стационарных ЭРД указанная зависимость имеет место: при снижении потребляемой мощности удельные характеристики двигателя падают. Следовательно, при мощности ЭРДУ ниже некоторой пороговой, импульсные плазменные двигатели должны иметь существенные преимущества перед стационарными по основным характеристикам.

В настоящее время в НИИ ПМЭ МАИ создан ряд ЭРДУ на основе АИПД с энергией разряда от 8 Дж до 155 Дж. Разработаны методики их расчета, позволяющие определять основные характеристики двигательной установки, такие как масса ЭРДУ и тяга двигателя при заданных параметрах, таких как суммарный импульс и потребляемая мощность ЭРДУ.

Вместе с тем, в НИИ ПМЭ МАИ проведены баллистические расчеты, показывающие необходимые величины тяги и суммарного импульса двигательных установок малой тяги для решения типовых задач малых космических аппаратов. Это позволило определить рациональные области применения АИПД. Показано, что при потребляемой мощности ниже 100 Вт ЭРДУ на основе АИПД превосходят двигатели стационарного типа по ряду основных характеристик. Это заключение дает возможность более обоснованно формулировать исходные данные для разработки ЭРДУ для конкретных типов МКА.

Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 — 2020 годы" (Соглашение №05.607.21.0308. Уникальный идентификатор Соглашения: RFMEFI60719X0308)

Верификация тепловой расчетной модели ВЧИД

Купреева А.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Абгарян В.К.
МАИ, Москва
kupreeva.mai@gmail.com

Предлагается физико-математическая модель теплофизических процессов, протекающих при работе высокочастотных ионных двигателей (ВЧИД). В модели представлены новые аналитические выражения для ряда компонент тепловых потоков, поступающих из плазмы разряда на поверхности элементов конструкции, существенно отличающиеся от принятых в известных зарубежных моделях Ван Ноорда [1] и Фейли [2].

Основное отличие разработанной модели состоит в определении распределения по поверхностям в двигателе лучистого теплового потока, образующегося при рекомбинации ионов и электронов на поверхностях, граничащих с плазмой разряда. В существующих моделях считается, что вся энергия, выделившаяся в результате рекомбинации, поглощается в окрестности точки, где имела место рекомбинация. Это не соответствует физической картине процесса ион-электронной рекомбинации. Образующиеся в результате рекомбинации фотоны имеют распределение по пространству, скорее, близкое к изотропному. Можно предположить, что наличие шероховатости поверхностей узлов конструкции ВЧИД изменит изотропную индикатрису за счет уменьшения излучения, выходящего под большими углами вылета фотонов, отсчитываемыми от нормали к поверхности, ввиду поглощения и отражения излучения, выходящего из «впадин» на поверхности. В работе принята косинусоидальная индикатриса для рекомбинационного излучения, что позволило получить точное аналитическое решение для плотностей потоков рекомбинационного излучения на поверхностях газоразрядной камеры (ГРК) и электродов ионно-оптической системы (ИОС) для частного случая использования полусферической ГРК.

Также внесены изменения в распределение лучистого потока, возникающего при снятии возбуждения с атомов и ионов. Возбуждение атомов и ионов происходит при электронном ударе в случае, если энергии электрона недостаточно для ионизации атома рабочего газа или вторичной ионизации иона, но достаточно для возбуждения. В известных моделях из приближения о 0-мерности плазмы следует, что данный лучистый тепловой поток равномерно выпадает на электроды и стенки камеры. Выполненные расчеты плотности данного потока показали, что на электродах плотность падает от центра к краю более чем в два раза, а на стенке камеры изменяется примерно в полтора раза.

Таким образом, в модели в отличии от зарубежных рассматриваются два лучистых потока: рекомбинационное излучение и поток от возбужденных атомов и ионов. Не менее чем на 2/3 излучение от данных потоков приходятся на УФ диапазон.

Подробно рассмотрено перераспределение лучистых потоков при прохождении через ионно-оптическую систему. Плотности тепловых потоков, передаваемых излучением и поглощаемых электродами ИОС, рассчитываются по более физически-обоснованной методике с учетом коэффициентов отражения УФ излучения для материалов электродов ИОС. Выполнены численные расчеты перераспределения лучистых тепловых потоков в элементарной ячейке ИОС, по результатам которых определялись доли от входящего в ячейку лучистого потока, поглощаемые эмиссионным и ускоряющим электродами ИОС, выходящие наружу из двигателя, а также возвращающиеся обратно в ГРК. В результате применения данного подхода существенным образом увеличилась величина теплового потока, поступающего на ускоряющий электрод (на 70%) по сравнению с тепловым потоком, рассчитываемым по принятым ранее соотношениям.

На основе разработанной физико-математической модели построена расчетная тепловая модель, которая была верифицирована по измерениям температур на поверхности ускоряющего электрода, выполненным с помощью тепловизора в двигателе ВЧИД-10 с диаметром ионного пучка 8 см на трех различных режимах работы. Достигнуто соответствие расчетных и измеренных температур в пределах инженерной точности 5%.

Разработанная численная модель расчёта была применена для расчетов температурных распределений в ВЧ ионных двигателях различной размерности, разрабатываемых в НИИ ПМЭ МАИ, а именно в двигателях ВЧИД-8, ЛО ВЧИД-16 и ВЧИД-49 М. По результатам выполненных серий тепловых расчетов сформулированы рекомендации, которые могут быть использованы на стадии проектирования двигателей. В частности, были определены предельные по мощности двигателя режимы работы для ВЧИД-16 и ВЧИД-49 М в случае использования в их конструкции электродов ионно-оптической системы, выполненных из титанового сплава ВТ0-1.

Таким образом, создана инженерная расчетная модель, которая позволяет с достаточной точностью определять распределение температур в ВЧ ионных двигателях.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение о предоставлении гранта № 075-15-2019-1718, уникальный идентификатор соглашения: RFMEFI60419X0211.

Список литературы:

1. Van Noord, J. L. NEXT Ion Thruster Thermal Model. National Aeronautics and Space Administration, Glenn Research Center, 2010

2. Dobkevicius M., Feili D. A coupled performance and thermal model for radio-frequency gridded ion thrusters //The European Physical Journal D. — 2016. — Т. 70. — №. 11. — С. 227

Расчетное и экспериментальное исследование источника слабо расходящегося ионного пучка

Пейсахович О.Д.
НИИ ПМЭ МАИ, Москва
oleg_peysakhovich@mail.ru

В рамках работы был произведен расчет высокочастотного ионного двигателя с узкоклеймированым ионным пучком среднего размера и мощностью порядка 3,7 кВт. Ключевой особенностью разработанной системы является интеграция щелевой, сложно профилированной ионно-оптической системы, с целью получения наименьшего угла полурасходимости ионного пучка. В связи с загрязнением космического пространства объектами космического мусора, которые ограничивают космическую деятельность человека, в настоящее время активно разрабатываются различные методы решения этой проблемы. Существуют разные методы воздействия на объекты космического мусора, в данной работе разобран бесконтактный метод воздействия, узкоклеймированым ионным пучком, инжектируемым с сервисного космического аппарата. Источником является высокочастотный ионный двигатель с полусферической газоразрядной камерой и щелевой ионной оптической системой. В основе исследования лежит расчет трехэлектродной ионно-оптической системы и выбор оптимальной геометрии профиля и ширины щели, межэлектродного зазора. Полученный угол расходимости 10-30 вдоль и поперек щели способствует увеличению возможного расстояния между объектом космического мусора и сервисным космическим аппаратом до 30-60 метров, что свидетельствует о достаточной дальнобойности пучка. В данной квазипирсовой геометрии имеет место сильная зависимость расходимости пучка от нормированного первеанса. Оптимум геометрии достиг угла расходимости 3,280, соответствующий ему первеанс 1,471·10-8, А/(см^2·В3/2) и плотность тока 5,20 мА/см^2. Так же полусферическая газоразрядная камера была оснащена диэлектрической газовой, которая препятствует проникновению заряженных частиц в газовую магистраль. По результатам данной работы была выпущена конструкторская документация и создан высокочастотный инжектор ионов с узкоклеймированым ионным пучком.

Направление №3 Системы управления, информатика и электроэнергетика

Секция №3.1 Управление движением, навигация и бортовые системы

Разработка алгоритма управления беспилотным летательным аппаратом на базе использования аппаратно-программного комплекса симулятора

Као Суан Минь
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Егоров А.А.
МАИ, Москва
gdhp1990@gmail.com

Доклад посвящен вопросам создания управленческого алгоритм БПЛА на среде программно-аппаратного комплекса. В тезисе рекомендован метод стройки комплекс программных аппаратов о автоматизации создании систем автоматического управления беспилотных летательных аппаратов [1], которые применяют разработчиками на шагах проектирования, эксперимента.

Целью этой работы является разработки алгоритмов управления, решения задач автоматизации взлета, посадки и других сложных задач управления и навигации в разнообразном условии погоды.

Основные проблемы исследования:

• Обоснование понятия и технологии стройки программно-аппаратных комплексов исследования и автоматизации разработки управляющей системы БПЛА: Это важное дополнение комплексов с БПЛА, которые обеспечивают всестороннюю поддержку изделия на всех этапах его жизненного цикла. Мы использовали тип автопилота АП-05: на этой базе задача решается на всех уровнях за счет в модуле управления движения.

• Установление модель моделирования динамических характеристик БПЛА, этот процесс состоит на 5 шагов:

- Проектирование модель 3D БПЛА в программе Solidworks.

- Поиск данные аэродинамические характеристики на базе ANSYS/CFX.

- Проектирование математический модель и динамика полёта БПЛА в программе Малаб/Симулинг.

- Проверка информацию расчетов, потом выполнение функциональные модели.

- Установление способа наглядного наблюдения и выпуска результата.

• Создание прибор и специализированно-управляющего ПО (программное обеспечение), который имеют способность информационного сопряжения между программной моделью БПЛА и аппаратными средствами автоматизация управления БПЛА.

• Во-первых, QNX Neutrino это операционная система использован подход с центром управления БПЛА по реальному времени.

• Во-вторых, специализированно-управляющее программное обеспечение — это способность сопряжения математической модели Симулинг-матлаб с автопилотом АП-05: чтение формата XML-файл.

• Создание рекомендаций по употреблению программно-аппаратного комплекса в задачах синтеза бортовых систем управления перспективных беспилотных летательных аппаратов [1]. Методика основана на синтезе контуров ПИД-регуляторов для разработанной модели БПЛА с применением инструментария Control and Estimation Tools Manager, который включит Simulink Control Design, ПИД Tuner.

Отработанные при разработке комплекса методики разрешат обеспечивать обособленный цикл исследовать и разработать управляющую систему БПЛА, экономить затрат финансов и

времени на создание программного обеспечения систем автоматического управления БПЛА до начала процесса эксперимента. Эти результаты могут быть использовать при проектировании бортовых систем управления БПЛА, которые позволят решить много задачи: научно, исследование.

Земля как естественный свободный гироскоп на орбите Земли

Банников А.В., Заброда А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Мельников В.Е.
МАИ, Москва
alekseibannikov999@yandex.ru

Представлен взгляд на Землю с позиции гироскопической науки, опирающийся на опыт и знания из области гироскопического приборостроения. Проведен анализ влияния гироскопических и динамических параметров Земли, с учетом угловой скорости собственного вращения Земли Ωз=15 град/час; — орбитального годового движения центра масс Земли относительно Солнца со средней скоростью около 30 км/с; — прецессионного движения оси Земли относительно нормали к плоскости орбиты с периодом Т= 25920 лет, с разбивкой на 12 зодиакальных эпох длительностью 2160 лет. И наконец, принимается во внимание движение в составе солнечной системы относительно центра Галактики по замкнутой траектории со средней скоростью 250 ÷ 300 км/с и периодом обращения около 300 млн. лет. Всего завершено около 30 оборотов, археологические артефакты которых иногда просматриваются, но не всегда делаются корректные выводы.

Стоит ли обращать внимание на столь, на первый взгляд, малозаметные на протяжении длительности жизни человека факторы? Стоит, хотя бы потому, чтобы развеять иллюзии о стабильности и неизменности земной жизни, чему учат признанные и до сих пор цитируемые авторитеты. Например, Экклезиаст, сын Давида, царь Соломон: «Что было, то и будет. Что делалось, то и будет делаться. Ничто не меняется под Солнцем». Меняется и достаточно существенно, если даже в годовом движении расстояние до Солнца меняется от 147 млн. км до 152 млн км, а расчеты показали, что максимальное изменение солнечной энергии, поступающей на Землю меняется на 7-8%. А учитывая прецессию оси Земли и чередование зодиакальных эпох, северные и южные приполярные зоны Земли периодически имеют существенные температурные аномалии. От аномального потепления южной полусферы в эпоху «Близнецы» в 1-ом – 2-ом тысячелетии от начала текущей цивилизации до ожидаемого «ледникового периода» в северном полушарии примерно в 13-ом тысячелетии.

Следует отметить, что предлагаемая методика учета влияния прецессии оси вращения земли на климатические процессы на земле может стать важным инструментом прогнозирования того, что могло быть в прошлом и что ожидает в будущем в соответствии с объективными законами земли, как естественного динамического объекта. В работе рассмотрен вопрос об источнике внешнего момента М, вызывающего прецессионное движение. Определено его направление и возможный источник. Исследования и расчеты показали, что внешний момент необходимой направленности может быть обусловлен смещением центра тяжести земли в сторону южного полюса и гравитационная сила Fгр солнечного притяжения. Рассчитан кинетический момент земли: Нз =$7.05*10^{33}$ (кг*$м^2$)/с, и значение момента М, вызывающего прецессию с известным периодом Т=25920 лет: — М=$5.44*10^{22}$ Н*м на плече d=1.5373 м.

Список литературы:

1. В.Е. Мельников, Человеческий фактор и окружающий мир как объекты исследования. 12-я Международная научно-техническая конференция. Приборостроение — 2019, Минск БНТУ. С. 129-131.

2. В. Е. Жаров, Сферическая астрономия. — Фрязино, 2006. — 480 с.

Космический аппарат для лунной навигационной системы

Баранова А.Н.
Научный руководитель — д.ф.-м.н. Багров А.В.
МАИ, Москва
alba98@yandex.ru

Для реализации амбициозных планов по колонизации Луны предстоит решить ряд проблем по подготовке Лунной инфраструктуры. Уже сегодня в Российскую лунную программу входят планы по разработке инфраструктуры для лунной базы, отработке пилотируемых полётов и, в том числе, развертывание навигационной системы.

Для рациональной работы над базой требуется высокая точность посадки космических спускаемых аппаратов. На сегодняшний день точность посадки аппарата на Луну составляет десятки километров, что непозволительно для разработки базы. Будущим работникам на поверхности Луны понадобится хорошая навигация, в первую очередь, для посадки жилых модулей поближе к местам их обитания. Проведение исследований на поверхности Луны должно опираться на высокоточную систему позиционирования находящихся на Луне объектов, особенно луноходов и пилотируемых аппаратов. И до сих пор на Луне нет единой и точной системы координат. Решением этой проблемы является Глобальная оптическая навигационная система для Луны, состоящая из двух космических аппаратов в точках либрации L1 и L2, искусственного спутника Луны и сети маяков на её поверхности.

На сегодняшний день уже запланированы первые шаги для создания навигационной лунной системы. Например, аппарат "Луна-25" доставит на поверхность Луны первые световые лазерные маяки, а на борту орбитального аппарата "Луна-26" будет установлен лазерный прожектор, с помощью которого уголковые лазерные отражатели, имеющиеся на Луне, будут видны как оптические маяки. Отрабатываются системы для мягкой посадки спускаемых аппаратов. В своём докладе я показываю преимущества данной концепции глобального позиционирования на Луне и рассматриваю концепцию разработки космического аппарата в точке либрации L1.

Список литературы:

1. Багров А.В., Дмитриев А.О., Леонов В.А. и др. Глобальная оптическая навигационная система для Луны // Труды МАИ. — 2018. — №ISSN: 1727-6942.

2. Российская лунная программа // Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Российская_лунная_программа (дата обращения: 20.02.2020).

Использование гравитационных аномалий для выбора координат морского старта

Борисова Е.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Зайцев А.В.
МАИ, Москва
elrbor@mail.ru

При выводе космических аппаратов на низкие околоземные орбиты, гравитационные потери составляют величину до 90% от всех потерь на активном участке траектории. Поэтому вопрос выработки подходов к снижению этих потерь является актуальной научно-технической задачей.

Величина гравитационных потерь зависит от местного ускорения гравитации и угла между вектором силы тяги двигателя и местным вектором гравитации, соответственно, являющихся функциями времени по программе полёта. Тема работы посвящена поискам возможности уменьшения гравитационных потерь за счет уменьшения местной величины ускорения свободного падения.

Для проведения расчетов, ускорение свободного падения на поверхности Земли в большинстве случаев принимают за постоянную величину g_0=9,80665 м/с^2, вводя

корректировки на географическую широту места старта [1, 2]. Такая корректировка связана с тем, что расстояние от центра массы Земли до точки старта изменяется по поверхности геоида. Однако, этот фактор не является единственным, влияющим на величину ускорения свободного падения. Современные исследования гравитационного поля Земли [3] показали, что отклонения ускорения свободного падения по поверхности составляют в среднем 100 мГал, а в экстремальных случаях — свыше 400 мГал в точках гравитационных аномалий. Следовательно, величина ускорения свободного падения на одной и той же географической широте может изменяться в пределах от 9,804 до 9,808 м/с^2. Целью исследования является проверка гипотезы, что при проведении космических запусков на одной географической широте в различных точках, выводимая на орбиту масса полезного груза, при прочих равных условиях будет значимо различаться.

Для решения задачи необходимо вывести расчетные соотношения зависимости массы полезного груза от ускорения свободного падения для различных типов ракет.

Особую актуальность данная задача принимает в условиях проведения морских стартов из различных точек мирового океана, в том числе при конверсионных запусков баллистических ракет морского базирования типа «Булава», «Волна» и «Штиль» для вывода спутников на орбиту. В том случае, если в результате расчетов будет выявлены возможности значимого увеличения выводимой на орбиту полезной массы, необходимо будет исследовать вопросы фактических измерений и прогнозирования изменения гравитационного поля Земли, а также вопросы выбора траектории с минимальными значениями гравитационных потерь. Данные вопросы являются самостоятельными задачами, требующими значительных вычислительных мощностей для проведения расчетов [4].

Решение задачи выбора точки старта с минимальными значениями гравитационного поля и расчета оптимальной траектории, открывает новые перспективы в части проектирования ракетно-космической техники.

Список литературы:

1. Волков А.В., Зайцев А.В., Канушкин С.В., Тое В.Т. Модель идентификации возмущений движения летательного аппарата. // Экономика и менеджмент систем управления. — 2015. Т. 18. № 4-2. С. 258-264.

2. Балюков А.М., Зайцев А.В., Михалев В.В., Русаков Д.Э., Филатов А.А. Исследование управления движения летательного аппарата в условиях не градиентных возмущений. // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии материалы XVI международной научно-методической конференции. — 2016. С. 97-102.

3. Конешов В.Н., Непоклонов В.Б., Соловьёв В.Н., Железняк Л.К. Сравнение современных глобальных ультравысокостепенных моделей гравитационного поля земли. // Геофизические исследования. — 2019, том 20, № 1, с. 13-26.

4. Борисов Р.С., Ефименко А.А. Оптимизация размеров блоков элементарных заданий в задачах планирования параллельных вычислений. // Прикладная информатика. — 2018. Т. 13. № 3 (75). С. 77-82.

Анализ нелинейности функции преобразования оптоэлектронного роторного преобразователя угловой скорости

Булычев Р.П., Зо Лвин Хту
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бусурин В.И.
МАИ, Москва
Jericho001@yandex.ru

В чувствительном элементе (роторном резонаторе) преобразователя угловой скорости электростатические силы возбуждают первичные колебания (первичный режим). Две пары упругих элементов, закрепленных на основании, связаны с роторным резонатором. При возникновении угловой скорости, одна пара упругих элементов, на которых закреплен роторный резонатор, подвергается деформации скручивания, а вторая — изгиба. Деформации поддержек приводят к возникновению колебаний роторного резонатора (вторичный режим).

Для регистрации колебаний чувствительного элемента в преобразователе используются оптические считывающие узлы на основе оптического туннелирования [1]. Амплитуда колебаний вторичного режима прямо пропорциональна величине угловой скорости.

Первичный преобразователь состоит из роторного резонатора и модулятора, выполненного в виде призмы полного внутреннего отражения. Зазор между роторным резонатором и поверхностью оптического модулятора зависит от начального зазора и деформации роторного резонатора.

Оптическая мощность, поступившая на фотоприёмник, оценивается с учетом отражательной способности, зависящей от изменения зазора под действием угловой скорости. Анализ нелинейности функции преобразования оптического считывающего узла проведен при вариации оптических параметров и значений начального зазора. При исследовании использовались следующие параметры: диаметр роторного резонатора 3 мм, длины упругих поддержек 0,8 мм и 0,5 мм, ширины упругих поддержек 35 мкм и 30 мкм, толщина роторного резонатора и упругих поддержек 35 мкм, показатель преломления призмы равен 1,544, показатель преломления разделительной среды — 1, показатель преломления воспринимающего элемента — 1,544, оптическая мощность источника излучения — 2,5 мВт. Начальный зазор с учетом конструктивных параметров задавался в интервале от 300 нм до 500 нм.

При увеличении угла падения в диапазоне от 41° до 43° происходит увеличение нелинейности функции преобразования, а увеличение длины волны на диапазоне от 1000 нм до 1600 нм проводит к уменьшению нелинейности.

В результате анализа нелинейности функции преобразования оптического считывающего узла показано, что относительная погрешность может быть не более 0,4% при изменении значения начального зазора в пределах 300 нм — 500 нм при угле падения 41° и длине волны источника излучения 1600 нм при воздействии угловой скорости ±400°/с.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (Грант № 19-08-00108).

Список литературы:

1. Busurin V.I., Zheglov M.A., Shleenkin L.A., Korobkov K.A., Bulychev R.P. Development of an Algorithm to Suppress Frequency Splitting of an Axisymmetric Resonator of a Wave Solid-State Gyroscope with Optical Detection. Measurement Techniques, 2020, vol. 62, no. 10, pp. 879–884. doi: 10.1007/s11018-020-01708-0.

Исследования влияния неточности математической модели движения ЛА на точность идентификации

Волков А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нгуен Ныы Ман
МАИ, Москва
Dicastes@yandex.ru

Одной из самых главных и трудоемких задач при проектировании летательных аппаратов (ЛА) является построение их математической модели (ММ). Точность и адекватность ММ ЛА не в полном объеме обеспечивается применением фундаментальных законов природы, математически описывающих процессы, протекающие в динамике и кинематике ЛА и окружающей среды. Для получения наилучшей ММ в смысле применения для выполнения конкретного полётного задания требуется решить самую трудную задачу в разработке ММ ЛА — параметрическую идентификацию ММ ЛА на основе данных летных испытаний.

Задача идентификации ММ ЛА сводится к отысканию параметров (коэффициентов) модели движения ЛА для минимизации некоторого критерия качества, характеризующего отклонение между результатами летных испытаний и математического моделирования движения ЛА с использованием идентифицируемой ММ. Как известно в любой оптимизационной задаче, особенно со структурно сложным критерием как в задаче идентификации ММ ЛА, точность задания начального приближенного решения всегда оказывает большое влияние на скорость и точность получения оптимального решения.

Задача идентификации ММ ЛА выполняется на двух этапах:

• На первом этапе разрабатывается наилучшая траектория полёта для идентификации, для чего средством математического моделирования проводится сравнительный анализ результатов идентификации ММ ЛА при различных тестовых сигналах управления движением ЛА. В результате получаются наилучший тестовой сигнал и "приближенная" ММ ЛА.

• На втором этапе ММ ЛА идентифицируется на основе обработки данных, полученных ИВК ЛА во время движения ЛА по выбранному тестовому сигналу. При этому полученная на первом этапе "приближенная" ММ используется как начальное приближенное решение.

Для имитации движения ЛА используется полная нелинейная модели движения ЛА с учетом влияния окружающей среды. При этом имитационные модели ЛА, используемые на первом и втором этапах решения задачи идентификации отличаются друг от друга массо-инерционными и аэродинамическими характеристиками.

Список литературы:

1. Тихонов А.Н., Кальнер В.Д., Гласко В.Б. Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач в машиностроении. — М.: Машиностроение, 1990.

2. В.А.Боднер Системы управления летательными аппаратами, Машиностроение, 1973.

Построение имитационной модели работы корреляционно-экстремальной навигационной системы для задачи определения местоположения летательного аппарата

Гайдай М.А.
Научный руководитель — Пронькин А.Н.
МАИ, Москва
rouchink092@gmail.com

В процессе автономного полёта одним из основных средств определения навигационных параметров является инерциальная навигационная система (ИНС), основным недостатком которой является рост ошибок определения координат, скоростей и углов ориентации с течением времени.

Для выдерживания требуемой точности определения параметров движения ЛА по показаниям ИНС в навигационном комплексе ЛА используют различные системы коррекции [1,2]. В частности, в качестве корректора может выступать корреляционно-экстремальная навигационная система (КЭНС) [3,4]. Навигационная информация в КЭНС может вычисляться на основе сопоставления измеренных параметров физических полей Земли с использованием взаимной корреляционной функции или автокорреляционной функции, таким полем может быть поле рельефа местности, являющееся наиболее стабильным для определения координат. Коррекция ИНС от КЭНС по позиционным параметрам имеет ряд преимуществ перед другими навигационными системами, такими как доплеровский измеритель скоростей и угла сноса (ДИСС) или спутниковая навигационная система (СНС). Эти системы достаточно точны для большинства задач гражданской сферы и не накапливают погрешности с течением времени. Однако СНС не применима в качестве корректора навигационных параметров из-за специфики применения объекта. ДИСС в свою очередь, построен на доплеровском эффекте, что подразумевает под собой наличие демаскирующего эффекта. Для определения координат по параметрам от ДИСС, необходим пересчет скорости в БЦВМ, что внесёт свои методические погрешности. Точность навигационных параметров ДИСС и КЭНС сильно зависят от метеоусловий и имеют погрешности, связанные с различными отражающими свойствами подстилающей поверхности. Стоит отметить, что преимуществом КЭНС является избыточность информации, а также набор априорной информации, достаточно точно описывающую подстилающую поверхность, что обеспечивает необходимое определение местоположения.

Одной из основных задач при создании КЭНС является задача построения алгоритма определения местоположения ЛА над известной матрицей рельефа местности, используя аппарат корреляционного анализа. В качестве примера рельефа была использована матрица

рельефа одного из районов России из SRTM-карт (Shuttle Radar Topography Mission) и загружена в память программной среды [5]. В работе представлена структура имитационной модели, особенностью которой является построение системы уравнений движения ЛА над рельефом с использованием программного обеспечения Matlab. В докладе представлены результаты моделирования системы двух режимов работы: взаимная корреляционная функция (ВКФ) на непосредственных измерениях и ВКФ на приращениях, приведён анализ работы.

Интегрированная система посадки беспилотного летательного аппарата

Гальцова М.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Веремеенко К.К.
МАИ, Москва
maia98@mail.ru

В настоящее время все большее распространение получают беспилотные летательные аппараты (БЛА). Наиболее сложным режимом полёта, сопровождающимся большим количеством катастроф, является взлет и посадка, которые требуют выдерживать высокую точность всех навигационных параметров ЛА.

Требования точных заходов на посадку по категориям для гражданских пилотируемых ВС установлены международной ассоциацией гражданской авиации (ИКАО/ICAO) в Руководстве по всепогодным полётам [1]. Для беспилотных ВС такой нормативной базы не существует, но в ряде случаев требования ИКАО можно рекомендовать, как ориентировочные для БЛА. Повышение уровня безопасности полётов — основная стратегическая цель ИКАО. Безопасность характеризуется такими показателями, как: доступность, целостность и непрерывность, точность. Эти показатели обязательны к исполнению по отношению к навигационной системе.

Разрабатываемая новая интегрированная система посадки является составной частью бортового навигационно-посадочного комплекса и должна полностью соответствовать предъявляемым требованиям по показателям надежности и точностным характеристикам. Наиболее перспективной и широко применяемой в авиации является бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС), часто корректируемой от спутниковой навигационной системы (СНС). Благодаря комплексированию систем достигается требуемый уровень точности, а также объединяются достоинства двух систем и исключаются недостатки каждой из них. В состав новой системы так же входят и такие наземные дополнения как псевдоспутники, которые представляют собой наземный комплекс, использующий сигналы, соответствующие структуре СНС. При этом координаты местоположения спутника, расположенного на земле, должны быть определены с высокой точностью. Для БИНС основными источниками первичной информации является набор из трех акселерометров и трех ДУС, а начальные значения о координатах и скоростях направляются от СНС — приемника в алгоритм БИНС.

Введение в состав навигационно-посадочного комплекса ПС благоприятно сказывается на значении геометрических факторов, как показывает имитационное моделирование, проведенное в среде MATLAB. Данный факт приводит к увеличению точности определения координат ЛА [2]. Приводятся результаты имитационного моделирования ошибок разработанной интегрированной системы посадки, подтверждающие требуемый уровень точности режима посадки.

Список литературы:

1. Doc 9365. Руководство по всепогодным полётам, Международная организация гражданской авиации, Издание третье-2013.

2. Кузнецов И.М., Пронькин А.Н., Веремеенко К.К., «Малогабаритные интегрированные навигационные модули: алгоритмы и особенности структуры», Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2010. Т. 104. №3. С. 245-250.

Лабораторный стенд для исследования характеристик навигационного комплекса БПЛА

Добрянин Е.А.
Научный руководитель — Кузнецов И.М.
МАИ, Москва
edobryanin@mail.ru

На сегодняшний день беспилотные летательные аппараты (БПЛА) являются эффективным инструментом во многих областях человеческой жизнедеятельности [1]. Из всех существующих видов довольно большую популярность получили БПЛА мультироторного типа. Подобные летающие аппараты имеют широкую область использования. Непрерывно растет уровень их автономности, набор функциональных возможностей, варианты оснащения и разнообразие применения.

Высокую степень применения такие БПЛА получили в области аэрофотосъемки (АФС), они успешно применяются для задач топографической съемки и различных форм мониторинга.

Основной проблемой использования мультироторных БПЛА как в АФС, так и в других областях, является низкая степень автономности, причинами которой являются невысокий уровень точности навигационных параметров в отсутствие сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), отсутствие возможности выполнения видео- и фотосъемки с привязкой к топографическим картам ввиду наличия существенных погрешностей определения угловой ориентации таких БПЛА. С целью обеспечения достаточного уровня надежности работы навигационного комплекса для выполнения целевых задач возможно расширение его основного состава вспомогательными измерительными подсистемами, в том числе ГНСС приемников, работающих по интерферометрическим неоднозначным фазовым измерениям с целью получения повышенного уровня точности определения параметров ориентации [2]. Анализ нормативных документов показывает, что на сегодняшний день четкие требования к таким комплексам отсутствуют, однако ряд публикаций, доступных в открытом доступе, позволяет судить о перспективных требованиях.

В рамках работы предложен и обоснован бортовой состав навигационного комплекса БПЛА мультироторного типа, предназначенного для выполнения функции АФС в автоматизированном режиме, разработаны математические модели и алгоритмы работы комплекса на базе оптимального фильтра Калмана, методами имитационного и полунатурного моделирования получена оценка компонентов вектора состояния — основных ошибок. Основной целью работы являлась разработка лабораторного стенда для исследования характеристик комплекса с использованием датчиков и вычислителя на базе Arduino для реализации возможности использования на целевом объекте. Представлены технические решения и прототип комплекса.

Работа проводилась при поддержке гранта РФФИ 19-08-01223-а.

Список литературы:

1. Фетисов В.С., Неугодникова Л.М., Адамовский В.В., Красноперов Р.А. Беспилотная авиация терминология классификация современное состояние. — Уфа: ФОТОН, 2014. — 217 с.: ил.

2. Zharkov, M.V., Veremeenko, K.K., Antonov, D.A., Kuznetsov, I.M. Attitude Determination Using Ambiguous GNSS Phase Measurements and Absolute Angular Rate Measurements. Gyroscopy and Navigation, 9 (4), 2018. pp. 277-286

Разработка имитационной модели микроэлектромеханического акселерометра на основе интерферометра Фабри-Перо

Дубицкий В.А., Коробков К.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бусурин В.И.
МАИ, Москва
v.dubickiy@mail.ru

Решение актуальной задачи по расширению диапазона измерений акселерометров связано как с оптимизацией системы компенсации, так и с повышением точности и диапазона измерения линейных перемещений, вызванных воздействием ускорения. Рассмотрен одноосевой преобразователь линейных ускорений балочного типа с электромагнитной компенсацией. С целью определения направления движения чувствительного элемента (ЧЭ), который выполнен в виде пластины из кварца, разработана схема регистрации ЧЭ. Пластина с одной стороны жёстко закреплена на корпусе акселерометра, на подвижном конце расположены постоянные магниты, необходимые для компенсационного воздействия. Интерферометр Фабри-Перо, подвижное зеркало которого располагается на чувствительном элементе, выполняет съём информации о перемещениях пластины. Разработана модель микромеханического преобразователя ускорения на основе интерферометра Фабри-Перо.

Исследована зависимость мощности оптического излучения, прошедшего через интерферометр, в зависимости от длины резонатора Фабри-Перо [1]. Для последующей обработки выбран оптический сигнал, который изменяется плавно от величины базы интерферометра по периодической зависимости. Для того чтобы уверенно определять длину резонатора Фабри-Перо на четверти периода, выбрана зависимость изменения мощности оптического излучения при коэффициентах отражения зеркал, лежащих в диапазоне от 0,1 до 0,3.

Сформированы двоичные сигналы по двум каналам измерения на основе преобразования мощности оптических сигналов. Опорное напряжение компаратора выбирается таким образом, чтобы обеспечить одинаковую ширину выходных импульсов по двум каналам. Результирующий сигнал о перемещении пластины формируется реверсивным счётчиком. Когда пластина изгибается в одну сторону по оси чувствительности, сигнал первого канала измерения опережает второй на четверть периода, что обеспечивает суммирование входных импульсов, а при изгибе пластины в другую сторону вдоль оси чувствительности, сигнал первого канала измерения отстаёт от второго, и счётчик переключается в режим вычитания.

Цифровые сигналы с выхода реверсивного счётчика передаются на цифро-аналоговый преобразователь и схему электромагнитной компенсации. Разработана математическая модель электромагнитной компенсации, учитывающая параметры катушек индуктивности, которые создают компенсирующую силу, действующую на чувствительный элемент при измерении ускорения.

Разработана модель датчика линейного ускорения в среде Simulink. Исследована зависимость выходного напряжения акселерометра от линейного ускорения. Разработанный акселерометр обладает линейной функцией преобразования. Диапазон измеряемых ускорений акселерометра составил ±50g.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №19-08-00108).

Список литературы:

1. Kazem Zandi, Joseph André Bélanger, and Yves-Alain Peter, Senior Member, IEEE «Design and Demonstration of an In-Plane Silicon-on-Insulator Optical MEMS Fabry–Pérot-Based Accelerometer Integrated With Channel Waveguides» // JOURNAL OF MI CROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, VOL.21, NO. 6, DECEMBER 2012. — pp.1464-1468.

Разработка предложений по учету траекторий движения объектов на рабочей площади аэродрома

Дьяченкова М.В., Анюточкина А.С.
Научный руководитель — Рубцов Е.А.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург
dmari98@yandex.ru

Прогнозирование конфликтов с участием транспортных средств (ТС) и воздушных судов (ВС) на аэродроме имеет большое значение вследствие роста интенсивности движения. Существующие модели предотвращения конфликтов разрабатывались для верхнего и нижнего воздушного пространства и не могут применяться для рабочей площади аэродрома. Для обеспечения безопасного движения по рабочей площади аэродрома требуется прогнозировать движение ВС и ТС за определенное время [1, 2].

Целью работы является анализ проблемы обеспечения бесконфликтного движения ВС и ТС на аэродроме, и разработка предложений по прогнозированию конфликтных ситуаций. Под объектами на аэродроме подразумеваются воздушные суда и транспортные средства.

В настоящее время конфликты в воздухе моделируются, прогнозируются и предотвращаются, благодаря разработанным инструментам. На борту имеется аппаратура предупреждения столкновений (TCAS — Traffic Collision Avoidance System) [3]. Применение TCAS при движении ВС по рабочей площади аэродрома невозможно, кроме того подобного рода систем не установлено на автотранспорте. Таким образом, применять эти системы для предотвращения конфликтов на аэродроме не целесообразно.

Диспетчер может не знать характер движения самолётов или ТС. Он может только получить информацию о текущих координатах объекта с помощью систем наблюдения: РЛС ОЛП, МПСН-А, средств видеонаблюдения, а также дать или не дать разрешение на пересечение полосы или рулежных дорожек [4].

Необходимо снабдить весь автотранспорт специальными терминалами для информирования диспетчера о намерениях (время выезда и маршрут), а также для обмена между участниками движения [5]. С помощью этих терминалов водители перед выездом указывают маршрут, время выезда, время прибытия и т.д., создавая базу данных о параметрах движения транспорта по аэродрому. На самолёте функцию терминала будет выполнять бортовой компьютер (flight management system).

Для передачи данных между автомобилями, а также между автомобилем и диспетчером УВД, целесообразно применять MeSH сеть [6]. Это распределенная одноранговая сеть. Сети MeSH обладают большим количеством преимуществ, к основным из которых относятся мобильность, определение местоположения с точностью ±10 м, надежность соединения и т.д. Данную радиосеть целесообразно организовать с применением имеющихся на воздушных судах радиосредств. При выезде на запрещённый участок аэродрома или ином нарушении движения диспетчеру и водителю автотранспорта выдается сигнал предупреждения. Если водитель его проигнорировал, диспетчер принимает меры по предупреждению конфликта с помощью имеющихся средств автоматизации. Объединенные в сеть транспортные средства (автомобили и самолёты) обмениваются данными о своем положении и о намерениях движения. Эти данные поступают к средствам автоматизации диспетчера, где производится анализ и прогноз конфликтов и вырабатываются варианты их разрешения за требуемое время. Инструменты MTCD и STCA не могут напрямую применятся для наземных средств и не могут без доработки стать составной частью системы A-SMGCS. В этой системе в качестве функции маршрутизации заявлено определение маршрутов ВС и автотранспорта для контроля и управления наземным движением. В работе были предложены варианты по реализации этих функций. Это позволит создать простую, устойчивую сеть обмена данными и повысить уровень безопасности на рабочей площади аэродрома. Внедрение системы MeSH позволит осуществлять своевременное обеспечение всех пользователей аэродромной зоны необходимой информацией.

Список литературы:

1. Рубцов Е.А. Проблемы обеспечения бесконфликтного движения автотранспорта в пределах рабочей площади аэродрома / Транспортное планирование и моделирование. Сборник трудов II Международной научно-практической конференции СПб ГАСУ. Санкт-Петербург, 2017. С. 229-235.

2. Кульчицкий В.К., Мешалов Р.О., Рубцов Е.А. О методе повышения уровня информированности диспетчера о ситуации на летном поле как пути обеспечения требуемого уровня безопасности на воздушном транспорте // Актуальные проблемы защиты и безопасности, комплексная безопасность на воздушном транспорте. Труды XIX Всероссийской научно-практической конференции, 2016. Том 6. С. 120-125.

3. Рубцов Е.А., Шикавко О.М., Пономарев В.В. Авиационные радиоэлектронные системы и комплексы и основы их применения. Учебное пособие // Санкт-Петербургский университет гражданской авиации. — Санкт-Петербург, 2019. — 141 с.

4. Руководство по усовершенствованным системам управления наземным движением и контроля за ним (A-SMGCS). ИКАО, документ 9830 AN/452, издание первое, 2004. — 100 с.

5. Радиотехническое обеспечение полётов воздушных судов и авиационная электросвязь. Том 3 / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев // Санкт-Петербургский университет гражданской авиации. — Санкт-Петербург, 2019. — 150 с.

6. Технология MeSH [Электронный ресурс]. URL: http://www.sagatelecom.ru/ radiosystems/wireless_system/ mesh.php.

Прогнозирование молниеопасной обстановки путём измерения напряженности электрического поля датчиками, установленными на земле

Жарких Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фаворский К.Г.
МАИ, Москва
madamelkapalka@yandex.ru

Защита самолёта от воздействий молний средствам, установленными на самолёте (экраны, фильтры и другие средства электромагнитной защиты), не всегда бывают эффективны. Эти средства не смогли защитить самолёт «Суперджет» рейса Москва-Мурманск, сгоревшего при посадке в аэропорту Шереметьево. Отмена полёта по показаниям различных служб наблюдения за погодой не учитывает электростатическую возмущённость атмосферы иначе как прямого появления молний, а не обоснованная отмена полёта связана с финансовыми потерями компаний и моральными издержками пассажиров. Упомянутый самолёт своим зарядом инициировал молнию на фоне отсутствия грозовых разрядов в атмосфере. Измерение напряжённости электрического поля в зоне полёта и последующее разрешения полётов по показаниям этих измерений является актуальной темой.

Карта электрического поля с напряжённостью E=f(x,y,z), (где x,y,z — координаты точки в пространстве, а t-время), не может быть получена, так как нельзя установить датчики в точках пространства, которые будут мешать полётам самолётов, и равновесие электрического поля всегда неустойчиво (теорема Ирношоу) и поэтому не стационарно. Датчики измерения напряжённости электрического поля (ИНЭП) можно установить на поверхности Земли и на самолёт.

Величину напряженности можно определить по распределению точечных зарядов в пространстве. Определение величины точечных зарядов и их координаты по показаниям ИНЭП проблематично. Сформулируем несколько задач:

• Задача 1 (прямая задача): определить показания ИНЭП (известны величина одного заряда Q и его координаты x,y,z)

• Задача 2 (обратная задача): определить величину одного точечного заряда Q и его координаты x,y,z (по показаниям четырёх ИНЭП)

• Задача 3: определить величины напряжённости E в точках пространства

При наличии двух точечных зарядов решение прямой задачи 1 не вызовет трудностей расчёта. Решение задачи 2 связано с поиском неизвестных в четырёхмерном пространстве, так как они связаны не явными трансцендентными уравнениями, что уже представляет затруднения, то при рассмотрении уже 2-ух точечных зарядов,поиск решения по показаниям восьми ИНЭП вызовет трудности, связанные, с указанными ранее (но уже в восьмимерном пространстве), ещё и с разделением реакции в показаниях каждого прибора от одного и другого заряда. С увеличением количества точечных зарядов эти расчетные трудности становятся препятствием определения значений напряженности электрического поля. Заряд самолёта можно принять как точечный и определить этот заряд по показаниям двух ИНЭП, установленных в двух диаметрально противоположных точках самолёта. Неустойчивость равновесия системы зарядов в атмосфере по Иреншоу позволяет принять заряды не точечными, а распределенными в пространстве (при таком условии задача 2 не решается). Для связи показаний ИНЭП с прогнозированием предгрозовой обстановки предлагается задаваться множеством различных случаев распределения зарядов в атмосфере и решать прямую задачу 1 и задачу 3. Это позволит связать показания установленных приборов ИНЭП с возможностью появления грозовых разрядов, что дает юридическое обоснование на принятие решения о запрещении полётов.

Рамочный преобразователь угловой скорости с пьезобиморфным возбуждением

Журавлев Д.И., Булычев Р.П.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бусурин В.И.
МАИ, Москва
dim-i-tron@mail.ru

В инерциальных системах управления и навигации широко используются микроэлектромеханические (МЭМ) преобразователи угловых скоростей. В них, в основном, съем данных происходит емкостным способом. МЭМ-преобразователи с емкостным съемом имеют существенные недостатки, такие как возможность пробоя воздушного зазора между обкладками конденсатора, подверженность влиянию внешних электромагнитных полей, малый коэффициент преобразования, нелинейная функция преобразования.

Предложена новая структура рамочного микро-опто-электромеханического (МОЭМ) преобразователя на основе биморфных пьезоактюаторов и оптического считывания. В ней для создания первичных вынужденных колебаний использованы два биморфа. Их концы соединены с рамкой преобразователя, что обеспечивает первичное колебание рамки. Колебания приводят к микроперемещениям чувствительных элементов под действием сил Кориолиса. В качестве схемы считывания информации об угловой скорости используется интерферометр Фабри-Перо, представляющий собой совокупность двух плоских отражателей, размещённых параллельно друг другу на рамочном чувствительном элементе и на основании преобразователя. В зависимости от расстояния между двумя параллельными зеркалами, фотоприемник регистрирует последовательность сигналов, которые преобразуются в напряжения, передаваемые после преобразования на интерфейс в виде двоичного кода, пропорционального угловой скорости.

Разработаны структурная и функциональная схемы рамочного преобразователя угловой скорости, разработана его математическая модель. Проведено исследование характера изгибных деформаций подвижных элементов конструкции сенсора. Представлена функциональная зависимость изменения зазора от угловой скорости. Исследования показали, что МОЭМ-преобразователь угловых скоростей с интерферометрическим считыванием имеет линейную зависимость функции преобразования с погрешностью измерений в пределах 0.5%, что обеспечивает возможность его применения в современных малогабаритных системах управления и навигации.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 19-08-00108).

Список литературы:
1. Бусурин В.И., Горшков Б.Г., Коробков В.В., Дьячков В.В. ТВМ-преобразователь угловой скорости с интерферометрическим считыванием информации // Датчики и Системы, 2017, №5, — с. 37-43.
2. Busurin V.I., Korobkov V.V, Nguyen Thanh Duong, Dang Van Khuyen. Vibrating micro opto-electromechanical angular velocity transducer base on Fabry-Perot interferometer. Sensors and systems. 2019, no. 3, pp. 27-33. In Rus.

Разработка полётного контроллера для воздушной лаборатории

Залеткина А.Д., Мазаев А.С.
МАИ, Москва
hard.dats@yandex.ru

Одним из часто используемых видов беспилотного летательного аппарата (БПЛА) является квадрокоптер, который располагает четырьмя двигателями с воздушными винтами, создающими тягу. Возможно регулирование только скорости вращения, углы лопастей и оси винтов зафиксированы и не могут быть изменены. С помощью синхронного изменения скоростей вращения всех винтов осуществляется вертикальное перемещение. Горизонтальное перемещение достигается созданием моментов, которые возникают при изменении скоростей вращения разных винтов. В настоящее время такие летательные аппараты применяются достаточно широко, но их использование ограничено, в основном, режимами «ручного» дистанционного управления с пульта оператора.

Для осуществления автономного полёта беспилотного летательного аппарата необходимо разработать систему управления. В работе исследуются варианты использования как традиционных алгоритмов стабилизации, основанных на ПИД-регуляторах, так и разработанной системы управления БПЛА.

Существует множество различных полётных контроллеров: Pixhawk, Matek и т.д. Но в них нет возможности изменить сам алгоритм управления и стабилизации. Предполагаемая разработка позволяет не только заменить стандартный ПИД-регулятор, но и написать собственную систему стабилизации и управления. Разработанный полётный контроллер построен на базе двух ядерного микроконтроллера ESP32. Передача сигналов управления осуществляется при помощи пульта управления по протоколу PWM, SBUS или же по Wi-Fi. Так же полётный контроллер предоставляет возможность подключить все возможное дополнительное оборудование GPS, дальномер, барометр, магнитный компас и т.д.

По результатам моделирования разработанная система управления дает удовлетворительную стабильность полёта летательного аппарата.

Совместная навигация гибко связанных наземной и воздушной платформ

Ивакин М.В., Никитенко И.А.
Научный руководитель — Лельков К.С.
МАИ, Москва
maksim-ivakin2@mail.ru

В научно-исследовательском отделе кафедры 305 московского авиационного института проводятся работы над созданием роботизированного комплекса для проведения автономного технического осмотра воздушных судов (ВС) [1]. Комплекс состоит из наземного колесного робота (НКР) и беспилотного летательного аппарата (БЛА), работающих совместно. Оба робота оснащены средствами технического зрения, которые позволяют обнаружить дефекты на поверхности ВС [2].

Согласно требованиям безопасности использования воздушного пространства аэродрома, БЛА должен быть соединён с НКР тросом, который не позволит БЛА залетать в запрещённые зоны в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Кроме того, для предотвращения

столкновения БЛА с обслуживаемым ВС, нужно минимизировать время нахождения летающего робота непосредственно над фюзеляжем ВС.

Для выполнения этих требований, а также для повышения точности и надёжности роботизированного комплекса предлагается обеспечить режим совместной навигации НКР и БЛА, то есть создать условия для одновременной работы обоих роботов в одной системе координат, жестко привязанной к обслуживаемому ВС. Несмотря на то, что каждый робот обладает собственной навигационной системой, наличие гибкой связи между БЛА и НКР позволяет получить дополнительную априорную информации об их взаимном расположении. Эта информация используется для корректировки навигационных систем обоих роботов [3].

Построена математическая модель НКР и БЛА с учётом динамических параметров обоих роботов. Приведены результаты моделирования совместно работы НКР и БЛА в различных режимах работы роботизированного комплекса.

Список литературы:

1. Никитенко И.А., Ивакин М.В., «Алгоритм определения расположения и угловой ориентации самолёта на аэродромной стоянке при помощи наземного колёсного робота», Сборник трудов XXVIII Международной научно-технической конференция, Алушта, 2019, с. 45.

2. Staar B., Lutjen M., Freitag M., Anomaly detection with convolutional neural networks for industrial surface inspection, Procedia CIRP 79, 2019, Italy, pp 486-489.

3. Лельков К.С., Никитенко И.А., Ивакин М.В., «Построение системы управления изменением длины соединительного троса между беспилотным летательным аппаратом и наземным колесным роботом при их совместном осмотре поверхности воздушного судна», Сборник тезисов 18-й Международной конференции «Авиация и космонавтика — 2019», Москва, Типография «Логотип», 2019, 166 с.

Динамический стенд имитации возмущений на основе платформы Стюарта для оценки работоспособности алгоритмов навигационных систем

Калинина О.И., Рябинкин М.С.
Научный руководитель — Пронькин А.Н.
МАИ, Москва
ol.kalinina@bk.ru

В настоящее время наблюдается бурное развитие робототехнических систем. Такие системы, как беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и автономные транспортные средства, находят все большее применение при решении не только военных, но и гражданских задач. Эффективность работы подобного рода объектов тесно связана с использованием в системе управления развитого математического и алгоритмического аппарата, а также от аппаратного состава. Комплексная навигационная система (КНС) является одной из подсистем всех робототехнических объектов, в задачи которой входит выдача в систему управления навигационной информации с требуемой точностью и надёжностью. Создание КНС, удовлетворяющих заданным требованиям по точности и надёжности навигационной информации, является сложной научно-технической задачей.

Одним из этапов разработки и создания КНС является проведение испытаний для оценки работоспособности, точности и надёжности разработанных алгоритмов. Для испытаний отдельных навигационных систем, таких как: инерциальная курсовертикаль (ИКВ), гировертикаль (ГВ), бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС), разработаны методики и динамические стенды [1]. Однако для испытаний работоспособности навигационных алгоритмов КНС такие стенды мало эффективны, так как в состав КНС входит более чем одна система. В следствие чего, испытания КНС летательных аппаратов проводят на специализированных летающих лабораториях [2]. Однако такой подход для испытаний КНС БПЛА гражданского применения является неоправданно дорогим.

Одним из решений этой проблемы является создание испытательного комплекса на основе автотранспортного средства с возможностью создания угловых возмущений. Предлагаемый испытательный комплекс структурно можно разделить на три составные части:

носитель, источник угловых возмущений, формирователь эталонных параметров. В качестве носителя может быть использован автомобиль, у которого площадь крыши, а также её жесткость достаточны для установки испытательного оборудования и проведения испытаний. Носитель также будет являться формирователем линейных скоростей, ускорений и информации по курсовому каналу. В качестве источника угловых возмущений (изменение углов крена и тангажа) предлагается использовать платформу Стюарта [4]. В качестве формирователя эталонных параметров предлагается использовать комплексную навигационную систему компании NovAtel SPAN SE [3].

Для апробации предложенного подхода и отработки алгоритмов управления угловыми перемещениями предлагается создать макет платформы уменьшенного размера. Дополнительным отличием создаваемого макета от предложенной концепции испытательного комплекса будет наличие шести степеней свободы у платформы вместо трёх [5]. Разрабатываемый макет также может быть полезен для проведения испытаний малогабаритных систем в лабораторных условиях.

В докладе приводится структура испытательного комплекса и разрабатываемого макета платформы Стюарта, методика оценки работоспособности алгоритмов навигационных систем, а также результаты работы.

Работа проводилась при поддержке гранта РФФИ 19-08-01223-а

Список литературы:

1. Аврутов В.В. Испытания инерциальных приборов: Учебное пособие. — К.: НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского», 2016. — 205 с.

2. Исследования, испытания и сертификация пилотажно-навигационного и бортового оборудования. [Электронный ресурс]. ─ URL: http://lii.ru/issledovaniya-ispytaniya-i-sertifikaciya-pilotazhno-navigacionnogo-i-bortovogo-oborudovaniya/ (дата обращения: 10.02.2020)

3.NovAtel. [Электронный ресурс]. ─ URL: https://www.novatel.com/products/span-gnss-inertial-systems/span-receivers/span-enclosures/span-se (дата обращения: 10.02.2020)

4. Ştefan STAICU "Dynamic Analysis of the 3-3 Stewart P3-3" UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering 71(2): 3-18.

5. Stewart D. A platform with six degrees of freedom // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. London. 1965. Vol. 180. № 15. P. 371-385

Особенности представления информации при использовании удалённой диспетчерской вышки (Remote Tower)

Каляева А.А.
Научный руководитель — доцент, Рубцов Е.А.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург
kalyaeva.anastasia@yandex.ru

Удалённая диспетчерская вышка представляет собой систему для управления воздушным движением на площади маневрирования одного или нескольких небольших аэродромов с удаленного центра наблюдения.

В небольших аэропортах часто наблюдается недостаток необходимого оборудования навигации и наблюдения, поэтому концепция «удаленной вышки» с высококачественным отображением информации о воздушном движении на аэродроме является весьма перспективным решением.

В настоящее время рассматриваются 2 основных сценария реализации данной концепции:

• В первом случае небольшой местный аэропорт контролируется с Вышки более крупного аэропорта. Для оперативной реализации этого сценария компактная консоль системы дистанционного управления аэродромом будет интегрирована в большем аэропорте;

• Во втором варианте два небольших аэропорта будут управляться из удаленного диспетчерского центра. Он должен располагаться в подходящей области, удобной для

диспетчеров, и иметь высокоскоростные линии передачи данных, необходимые для передачи визуальной информации с высоким разрешением, с частотой кадров 20 — 25 Гц.

Для реализации концепции «Удалённая вышка» требуется решить ряд сложных вопросов:

• Получение видеоизображения;

• Задачи обработки видеоизображения;

• Оценка линий передачи данных;

• Отображение данных для диспетчера.

Возможны 3 основных варианта реализации концепции «Удалённая вышка» на базе современных автоматизированных систем управления воздушным движением:

1. Единая панорама, отображающая поток видео от одного модуля наблюдения, находящегося рядом с центром ВПП.

2. Секторная панорама, предоставляющий поток видео от двух модулей наблюдения, расположенных вблизи порогов ВПП.

3. Мозаичная панорама, предоставляющая информацию от одного основного и нескольких вспомогательных источников данных.

Рассмотрим подробнее каждую из них.

Первая вариант является наиболее простым с точки зрения построения системы и восприятия формируемой для пользователя информации.

Но у данной архитектуры есть свои недостатки:

• Максимальные размеры и разрешение имеет центральная часть ВПП — участок, имеющий минимальную эксплуатационную нагрузку, т.к. основные технологические операции производятся на концах полосы;

• Необходимо наличие большого объема пространства и самих средств отображения для реализации панорамного изображения.

Но есть решение одного из указанных недостатков — необходимо применять дополнительные источники наблюдения за движением, расположенные в тактически важных участках лётного поля. С их помощью формируется ряд дополнительных изображений, позволяющий осуществлять контроль за воздушным движением.

Однако, устраняя один недостаток, данная архитектура приобретает ряд других:

• В результате получается нагромождение большого количества визуально не связанных видеоданных, которое тяжело воспринимается диспетчером при обслуживании воздушного движения;

• Необходим большой объём пространства для аппаратуры отображения;

• Требуется использование бинокля.

Второй вид построения решает недостатки систем, указанных выше. Главные её преимущества:

• Формируемые панорамные изображения отражают видео с порогов ВПП;

• Формирование панорамы происходит в рабочем зале ОВД, предоставляя доступ к полному визуальному обзору площади маневрирования аэродрома;

• Нет необходимости использовать бинокль для обнаружения объектов на экране.

Недостатки у данного вида построения системы также имеются:

• Нет возможности одновременного отображения всей ВПП в реальном масштабе;

• Существует необходимость переключать сектора обзора по выбору.

Ещё одной проблемой является необходимость сохранить пропорции входной видеоинформации. А это приводит к тому, что количество мониторов отображения должно быть равным количеству камер в составе панорамного модуля.

При построении панорамного изображения современные производители не уделяют достаточного внимания вопросам цветокоррекции, «склейки» изображения. В результате теряются плавность движения, появляются «перескоки», «переламывания» и раздвоения объектов.

Максимально «реальное» изображение удаётся получить только при использовании вращающейся камеры. Но в этом случае частота обновления информации не обеспечивает использование данного метода на аэродромах с высокой интенсивностью полётов. Низкая

частота обновления кадров также приводит к усталости глаз наблюдателя. Поэтому из-за высоких сложности и стоимости реализации, данная технология является малоперспективной.

Для повышения ситуационной осведомленности диспетчеров УВД на полученный видеоряд можно накладывать дополнительно контуры границ ВПП, РД, обозначения РД, а при наличии дополнительных источников данных — метеоинформацию и формуляры ВС.

Опыт других стран по эксплуатации неконтролируемых аэродромов с удалённых вышек показывает, что частичный переход Российских аэродромов на предложенный вид обслуживания является весьма перспективным. Однако этот вариант организации полётов требует многих доработок.

Цифровая система дистанционного контроля параметров

Карпова Е.Д., Мясников А.А.
Научный руководитель — Чемоданов В.Б.
МАИ, Москва
lizunchiks@yandex.ru

В последнее время большую популярность набирают системы домашней автоматизации. Будучи удобным средством помощи современного человека в управлении загородным домом или даже городской квартирой, большинство этих систем являются коммерческими проектами, что приводит к достаточно высоким ценам не только на вычислительный контроллер, но и на исполнительные устройства и сенсоры. Более того, в данных системах сенсоры и исполнительные устройства не являются универсальными и используются с контроллером того же производителя [1].

В выполненной нами разработке за основу использована свободно распространяемая система управления и автоматизации, включающая в себя систему управления базой данных (СУБД). В качестве датчиков применены широко распространенные сенсоры, способные измерять большинство физических величин и таких параметров, как сила тока, напряжение, давление, температура, уровень влажности, уровень задымленности, качество окружающего воздуха, уровень ПДК вредных веществ и газов, пульс, сердечный ритм, передвижения чего-либо. Для обработки данных с датчиков и отправки из СУБД использован 32-разрядный микроконтроллер ESP8266, имеющий встроенный модуль Wi-Fi и достаточные вычислительные мощности, позволяющие обрабатывать данные с высокой скоростью [2]. Каждый такой микроконтроллер имеет до 15 выводов, способных работать как на вход, так и на выход. Также эти выводы поддерживают реализацию большинства известных цифровых протоколов связи, начиная с внутрисхемных I2C, one wire, и т.д., и вплоть до промышленных протоколов связи RS-485. На данном микроконтроллере реализован html интерфейс для облегчения настройки и коммутации устройства с системой СУБД или домашней автоматизации.

В реализованном проекте возможно не только управлять удаленным выключателем света, но и отследить погоду за окном, в конкретном помещении, проконтролировать работу прибора. А также задать условия автоматизации, например, если кто-то нажал кнопку расположенного у калитки загородного дома звонка, то включить камеру, распознать лицо позвонившего и принять решение о его допуске за забор и необходимости оповещения о визите хозяина жилья [3]. Система осуществляет логирование работы датчиков и исполнительных устройств. А также большинство событий и изменений, которые представлены в удобном для восприятия конечным пользователем виде. У рассматриваемого проекта существует возможность интеграции существующих промышленных исполнительных устройств и датчиков физических величин. В совокупности со службой мгновенных сообщений, работающей при наличии интернет соединения, и службой DDNS возможности системы становятся практически неограниченными. Благодаря службе PUSH-уведомлений пользователь имеет возможность получать сведения об изменении показаний сенсоров или околокритических событиях. Для возможности получать оповещения в

отсутствие интернет соединения предусмотрена возможность интеграции недорогого GSM модема.

Для снижения конечной стоимости устройства был выбран широко известный микрокомпьютер Raspberry. Есть возможность заменить его на более дешевый — китайский аналог Orange PI. Вследствие того, что основные вычислительные операции выполняются непосредственно микроконтроллерами датчиков и исполнительных устройств, то микрокомпьютер можно нагрузить дополнительными функциями, например, использовать его в качестве мультимедийного центра или ориентировать на выполнение посильных профильных программ.

Микрокомпьютер, выполняющий функции системы управления и автоматизации, установлен в весьма компактный корпус. Датчики и исполнительные устройства вместе с импульсным источником питания вполне умещаются в стандартный подрозетник за штатным выключателем света или розеткой [4]. В другом исполнении датчики вместе с источником питания могут быть залиты компаундом и иметь размеры 30×20×20 мм.

Использование программного обеспечения с открытым исходным кодом RTKLIB для исследования систем определения параметров ориентации по сигналам ГНСС

Кашин С.А., Жарков Р.В.
Научный руководитель — Жарков М.В.
МАИ, Москва
ser-1996-1996@mail.ru

Глобальные спутниковые навигационные системы (ГНСС) ГЛОНАСС, GPS и другие используются сегодня для решения широкого круга задач в сфере транспорта, строительства, безопасности и других сферах. Одним из перспективных направлений развития этих систем можно считать направление, связанное с системами определения параметров ориентации подвижных объектов (углов курса, тангажа и крена) [1]. Задача определения углов ориентации подвижного объекта представляет собой одну из частных реализаций фазового дифференциального режима ГНСС — Real Time Kinematic (RTK) — при которой антенны базового и удаленных приемников жестко закреплены на подвижном объекте.

Исследования и разработки в области систем определения параметров ориентации по сигналам ГНСС являются одним из направлений научной и учебной деятельности кафедры 305 «Автоматизированные комплексы систем ориентации и навигации» [2]. Важным условием при оценке работоспособности и анализе характеристик новых методов, подходов и алгоритмов систем навигации и ориентации следует считать наличие эталонного источника тех параметров движения, которые подлежат анализу и оценке. В докладе рассматривается возможность использования при исследованиях систем определения параметров ориентации по сигналам ГНСС в качестве такого источника программного обеспечения с открытым исходным кодом RTKLIB. RTKLIB [3] — это программный пакет, позволяющий вычислять координаты, скорость и время в стандартном и дифференциальных режимах по измерениям, выполненным независимыми от RTKLIB приемниками ГНСС. Одним из поддерживаемых RTKLIB режимов работы является режим подвижной базы (Moving-Base). В этом режиме антенная база (вектор между антеннами ГНСС) считается постоянной по длине и установленной на подвижном объекте. Пользователь задает длину базы, погрешность измерения этой длины, используемые частоты (L1/L2), системы (GPS / ГЛОНАСС / Galileo / QZSS / BeiDou), используемые навигационные спутники, угол маскирования по каждому навигационному спутнику, типы атмосферной коррекции, параметры решения задачи целочисленной неоднозначности, формат выдачи вычисленных параметров и другие. RTKLIB позволяет получить координаты вектора-базы в нормальной земной системе координат (НЗСК). Для получения параметров ориентации выполняется вычисление матрицы ориентации между связанной с объектом системой координат и НЗСК методом векторного согласования [1]. Непосредственное вычисление углов курса, тангажа и крена (при наличии

минимум трёх антенн) выполняется на основе значений элементов матрицы. Важной особенностью RTKLIB является тот факт, что разрешение целочисленной неоднозначности выполняется с использованием метода LAMBDA [4], одного из наиболее часто используемых переборных методов в системах RTK ГНСС.

В докладе приводятся результаты применения RTKLIB к измерениям сигналов ГНСС, выполненным приемниками из состава автомобильной лаборатории испытаний навигационных систем МАИ [5]. Автомобиль передвигался в условиях города Москвы в разных скоростном режиме и режиме маневрирования. Оценке подлежали следующие параметры: возможность, время и статус разрешения целочисленной неоднозначности (Integer или Float), точность вычисления углов ориентации, наличие и частота проскальзываний цикла (cycle slips), влияние изгибных колебаний базы на возможность и точность вычисления параметров ориентации. Результаты продемонстрировали принципиальную возможность использования программного обеспечения с открытым исходным кодом RTKLIB для исследования систем определения параметров ориентации по сигналам ГНСС, а также позволили оценить характеристики RTKLIB в реальных условиях применения.

Работа проводилась при поддержке гранта РФФИ 19-08-01223-а.

Список литературы:

1. Степанов О.А., Кошаев Д.А. Исследование методов решения задачи ориентации с использованием спутниковых систем. Гироскопия и навигация. 1999. № 2 (25). С. 30-55.

2. M. V. Zharkov, K. K. Veremeenko, D. A. Antonov, and I. M. Kuznetsov Attitude Determination Using Ambiguous GNSS Phase Measurements and Absolute Angular Rate Measurements // Gyroscopy and Navigation, 2018, Vol. 9, No. 4, pp. 275–283.

3. Программное обеспечение с открытым исходным кодом RTKLIB. URL: http://www.rtklib.com/ (дата обращения: 20.02.20).

4. P. Teunissen The Lambda Method for the GNSS Compass // ARTIFICIAL SATELLITES, Vol. 41, No. 3 — 2006 DOI: 10.2478/v10018-007-0009-1

5. D. A. Antonov, K. K. Veremeenko, M. V. Zharkov, R. Yu. Zimin, I. M. Kuznetsov, and A. N. Pron'kin Test Complex for the Onboard Navigation System of an Airport Ground Vehicle // Journal of Computer and Systems Sciences International, 2016, Vol. 55, No. 5, pp. 832–841

Выбор и анализ оптимального регулятора для мультироторной платформы с гибридной силовой установкой

Климов И.С., Гаврилин К.Б., Шайкин Р.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чемоданов В.Б.
МАИ, Москва
klimuch_98@mail.ru

В данной работе рассматривается задача разработки системы управления полётом мультироторной платформой (МРП) с гибридной силовой установкой [1,2]. Такая система предполагает использование четырех несущих винтов, создающих основную часть подъемной силы, и четырех управляющих винтов, служащих для управления МРП по крену и тангажу. Таким образом, понятие «разделенная нагрузка» предполагает использование классической «квадрокоптерной» системы управления в условиях, когда суммарная подъемная сила всех винтов существенно превышает подъемную силу управляющих винтов [3]. Для решения этой задачи был выполнен анализ трех типов регуляторов: пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор, скользящий регулятор (sliding mode controller [5]) и регулятор бэкстеппинг (backstepping controller [4,5]).

Как известно, ПИД (пропорционально-интегрально-дифференцирующий) регулятор формирует управляющий сигнал на основе суммы трёх составляющих: пропорциональной, интегральной и дифференцирующей. Первый коэффициент пропорционален разности входного сигнала и сигнала обратной связи, второй — интеграл этой разности сигналов, а третий — производная. К недостаткам данного регулятора можно отнести следующие

факторы: повышенное усиление высокочастотных составляющих сигнала ошибки и возникновение импульсов большой амплитуды.

Скользящий регулятор (sliding mode controller [5]) — нелинейный метод управления, построенный на основе высокоскоростного переключения. Главным достоинством данного регулятора является очень высокая надежность, так как переходный процесс протекает по динамической траектории, которая задается разработчиком.

Регулятор бэкстеппинг (backstepping controller [4,5]) — рекурсивный алгоритм управления, который может быть применён как к линейным, так и к нелинейным системам. В основе метода лежит критерий устойчивости Ляпунова. При разработке системы управления с помощью этого метода задача сводится к выбору закона управления и выбору коэффициентов регулятора. Суть метода состоит в обхвате отрицательной обратной связью каждого интегрирующего звена. После этого, выводится закон управления для исходного объекта. Главным преимуществом этого способа является отсутствие необходимости линеаризовать объект, а также он превосходит другие регуляторы по времени переходного процесса.

В результате моделирования систем управления МРП с различными типами регуляторов было выявлено что:

• В режиме удержания заданной позиции и положения и при отсутствии внешних возмущающих моментов наиболее подходящими являются ПИД-регулятор и скользящий регулятор (sliding mode controller [5]).

• При движении аппарата, а также при наличии внешних возмущающих моментов более эффективен регулятор бэкстеппинг (backstepping controller [4,5]).

Список литературы:

1. Климов И.С., Миронова М.А., Пименов Ю.М., Шайкин Р.О. Особенности управления мультироторной платформой с разделенной нагрузкой/ Сборник трудов 27 Международной научно-технической конференции «Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации», 14-20 сентября 2018 г., Алушта. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018— С. 136. ISBN 978-5-8265-1922-6.

2. Патент РФ №2019106412, 14.01.2020. Гибридная мультироторная летающая платформа // Патент России № 2710968. 2019. Бюл. № 2. /Елисеев В.Д., Климов И.С., Котельникова А.В., Мясников А.А., Парфенов Н.М., Чемоданов В.Б., Штракин В.В.

3. Гаврилин К.Б. Климов И.С., Шайкин Р.О. О некоторых подходах к управлению высотой полёта мультироторной платформой с гибридной силовой установкой/ Сборник трудов 28 Международной научно-технической конференции «Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации», 14-20 сентября 2019 г., Алушта. Москва: Изд-во НИЯУ МИФИ 2019— С. 65-66. ISBN 978-5-7262-2588-3.

4. Чебыкин Д.В. Backstepping — метод синтеза управления для нелинейных объектов / Д. В. Чебыкин // Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Информационные технологии, телекоммуникации и системы управления": сборник докладов. — Екатеринбург: [УрФУ], 2015. — С. 248-254.

5. S. Bouabdallah, R. Siegwart. Backstepping and sliding-mode techniques applied to an indoor micro quadrotor. In Robotics and Automation, 2005. ICRA. Proceedings of the 2005 IEEE International Conference, 2005. — С. 2247-2252.

Прогнозирование молниеопасной обстановки, путём измерения вектора напряжённости электрического поля на самолёте

Кожина Ю.И.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фаворский К.Г.

МАИ, Москва

y.kozhina@list.ru

Защита самолёта от воздействий молний средствами, установленными на самолёте (экраны, фильтры, и другие средства электромагнитной защиты), не всегда бывают эффективны. Эти средства не смогли защитить самолёт «Superjet 100» рейса Москва-

Мурманск, сгоревшего при посадке в аэропорту Шереметьево 5 мая 2019 года. Полёт самолёта может проходить в пространстве с большей электрической возмущённостью атмосферы, задачей пилота является выбор траектории полёта, на которой вероятность появления молнии — минимальна. Эта задача может быть решена путём измерения напряжённости электрического поля в зоне полёта, то есть определения карты напряжённости по протяжённости полёта. Карта электрического поля с напряжённостью E: E=f(x,y,z,t), где x,y,z — координаты точки в пространстве, а t — время, не может быть получена, так как установить датчики в точках пространства, которые будут мешать полётам самолётов нельзя. Так же важную роль играет факт о том, что равновесие электрического поля всегда неустойчиво (теорема Ирншоу) и, следовательно, является не стационарным. Датчики измерения напряжённости электрического поля (ИНЭП) можно установить на поверхности Земли по всему маршруту и косвенно определять напряжённость поля. Такое решение, не может быть реализовано по экономическим соображениям. Предлагается, установить датчик вектора напряжённости на самолёте и с его помощью определять напряжённость, эквипотенциальную плоскость напряжённости вблизи самолёта, вычислять градиент нарастания поля в момент полёта. Пилот по данным показаниям сможет выбрать траекторию полёта в обход зон с высокой напряжённостью поля. Известен датчик вектора электрического поля, но он должен иметь сферическую форму. Установка такого датчика на самолёт исказит аэродинамику самолёта. Для измерения вектора, необходимо разработать датчик вектора. Предлагается, использовать множество ИНЭП, установленных заподлицо на разных плоскостях поверхности самолёта. Результаты измерений, полученных с ИНЭП пересчитываются в вектор с помощью матрицы M. E^T=|Ex,Ey,Ez|; E=M·K, где K — вектор размерности n, элементами которого являются показания ИНЭП. Размерность n вектора K должна быть не менее шести, что позволяет учитывать собственный заряд самолёта. Элементы матрицы M различны для разных типов самолётов и определяются либо моделированием, либо совместными параллельными полётами двух летательных аппаратов при напряжённости E, на одном из которых установлен датчик вектора напряжённости E, а второй с ИНЭП, для которого определяется матрица M путём обмена информации между самолётами в полёте. Не обоснованная отмена полёта, связана с финансовыми потерями компаний и моральными издержками пассажиров. Выбор маршрута в пространстве с малой электростатической возмущенностью снижает вероятность молний в самолёт.

Функционирование малых беспилотных летательных аппаратов в условиях технического противодействия противника

Конышев В.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Максимов Н.А.
МАИ, Москва
Vasily135@mail.ru

В последние годы использование БЛА в военных целях стало одним из самых важных направлений развития авиации, так как позволяет автоматизировать управление войсками и за счёт оперативной разведывательной информации, сократить потери людей, участвующих в бою. Именно поэтому так остро стоит задача создания мобильных и одновременно простых в эксплуатации средств ведения воздушной разведки [1].

БЛА по своей сути представляет собой роботизированный комплекс. Подобный комплекс называется беспилотной авиационной системой — БАС (Unmanned Vehicle System — UVS). БАС состоит как из летательного аппарат, так и всей инфраструктуры, средств обеспечения: транспортно-пускового оборудования, средства связи, пункта наземного управления, диспетчерских пунктов, ретрансляционных узлов, станции для подзарядки, средства транспортировки и т.д. [2].

В настоящее время БЛА несет на борту широкий спектр аппаратуры, который включает оптико-электронные сенсоры, такие как дневные камеры, инфракрасные камеры, тепловизионные камеры, а также это может быть ретрансляционная аппаратура, система

телеметрии и передачи данных, лазерной локации и т.д. Большая часть БЛА использует спутниковую связь, но также передача данных с беспилотника может осуществляться с использованием ультракоротковолновой связи и сетевой беспроводной связи с использованием нескольких БЛА. Передача через спутниковую связь означает, что волна очень узким лучом направлена к спутнику. В случае потери связи, беспилотник переходит на автопилот до тех пор, пока не сможет восстановить связь со своим оператором.

В связи с распространением беспилотников создаются системы, которые способны бороться с ними. На выставке Dubai Airshow 2019 был представлен Российский проект эшелонированной обороны от БЛА. В её составе новые средства борьбы с беспилотниками. "Репеллент" обнаруживает сам БЛА и по передаваемым ими радиосигналам находит наземный пункт управления, распознает направление движения и тип дрона, после чего подавляет каналы его связи, лишая управления и навигации. Для защиты наиболее важных объектов предназначены комплексы "Сапсан-Бекас", "Купол" и "Рубеж-Автоматика". В свою очередь, первый способен обнаруживать БЛА на расстоянии до 20 км и подавлять каналы управления и навигации на дистанции до 30 км. Также может вести круговое наблюдение или сканировать заданный сектор. В свою очередь "Купол" и "Рубеж-Автоматика" создают над объектом защитное куполообразное радиоэлектронное пространство, которое может отразить не только отдельные, но и групповые атаки БЛА с разных направлений и высот в радиусе 3 км. Таким образом, этот проект защищает от любого существующего на данный момент вида БЛА. Особенностью системы является возможность подавления всех существующих каналов управления беспилотником, а также двухуровневая концепция: в эшелонированную оборону против дронов входят как средства радиоэлектронного подавления БЛА, так и средства поражения [3].

В отдельных случаях наиболее эффективным способом перехвата БЛА является захват. Самый простой способ захвата заключён в применении стреляющего устройства с сеткой. В данном случае перехватчик должен выходить в оптимальную точку и выстреливать в направлении цели специальную сеть. Таким образом, отдельные нити сетки способны блокировать воздушные винты и другие механизмы. Такой способ перехвата показывает высокую эффективность при борьбе с коптерами, но может совершенно не оказывать желаемого воздействия на БЛА самолётного типа. Существует и другой вид перехвата беспилотников для дальнейшего управления им. В данном случае сначала перехватывается управляющий сигнал, декодируется с помощью специальных программ и после получения исходных данных блокируется канал связи с оператором. Реализуют эту процедуру, начиная с создания ложных сигналов, поступающих с большой мощностью от таких же ложных спутников, заканчивая построением новой навигационной картинки, по которой полетит беспилотник.

Для обеспечения устойчивого внешнеполитического положения и безопасности государства необходимо разрабатывать способы обхода зарубежных противодействующих систем БЛА. Это возможно достичь путём улучшения самофункционирования БЛА.

Список литературы:

1. Чаховский Ю.Н., Ковязин Б.С. Возможности использования беспилотных летательных аппаратов в военных целях [Электронный ресурс] // Наука и военная безопасность. 2008. № 2. С. 38-40. URL: http://militaryarticle.ru/nauka-i-voennaya-bezopasnost/2008/12084-vozmozhnosti-ispolzovanija-bespilotnyh-letatelnyh (дата обращения: 20.02.2020).

2. Беспилотный летательный аппарат [Электронный ресурс] // Большая Российская энциклопедия. URL: https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4087725(дата обращения: 20.02.2020).

3. «Антидроны» против «роя». Россия выходит на мировой рынок систем борьбы с беспилотниками [Электронный ресурс] // ТАСС. URL: https://tass.ru/armiya-i-opk/7144633 (дата обращения: 20.02.2020).

Разработка оптического преобразователя ускорений с резервированием канала считывания микроперемещений

Коробков К.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бусурин В.И.
МАИ, Москва
kane_and_lynch@bk.ru

Разработка преобразователя линейных ускорений является актуальной задачей для таких областей, как построение бесплатформенных инерциальных навигационных систем, стабилизация элементов конструкции твердотельных волновых гироскопов и др. [1]. Предложен микро-опто-электромеханический (МОЭМ) преобразователь линейных ускорений компенсационного типа с дифференциальным съёмом и резервированием информационного канала.

Модуляция сигнала об ускорениях обеспечивается субмикрометровыми изгибными деформациями чувствительного элемента (ЧЭ), в качестве которого используется кварцевая плоскопараллельная пластина с жёсткой заделкой. В микроэлектромеханических системах (МЭМС) перемещения часто измеряются емкостным методом, который имеет ряд недостатков, таких как чувствительность к электромагнитным помехам, вносящим погрешность в результаты измерений, и возможность электрического пробоя между обкладками. Устранить их можно при переходе на оптические методы детектирования положения ЧЭ, например, на использование оптического туннельного эффекта (ОТЭ) [2]. Для этого в торец ЧЭ вводится коллимированное инфракрасное излучение под углом, близким к критическому, а элементы вывода излучения располагаются на субмикронном расстоянии от поверхности ЧЭ и детектируют оптическую мощность, величина которой зависит от перемещения ЧЭ, вызванного ускорением.

Для расширения диапазона измерений, повышения точностных характеристик оптического преобразователя и снижения риска возникновения механического контакта между оптическими деталями преобразователя предложено совместное использование элементов электромагнитного и электростатического способов стабилизации положения ЧЭ. Данные от приёмников информации поступают в электронный блок управления и обработки (ЭБУиО), передающий информацию на интерфейс и контур «грубо-точной» стабилизации, включающий электромагниты «грубой» стабилизации и электроды «точной» стабилизации. Также ЭБУиО формирует команды управления для блока получения резервной информации (БПРИ).

Для повышения надёжности предложено производить резервирование канала съёма информации о перемещении ЧЭ за счёт комбинирования функциональных назначений элементов обратной связи. Наличие электродов электростатической обратной связи даёт возможность получать информацию о положении ЧЭ посредством емкостного съёма, который, несмотря на недостатки, способен обеспечить сохранение работоспособности системы в случае выхода оптического канала из строя. Данные с оптических каналов анализируются ЭБУиО, и в случае возникновения недостоверных результатов измерений на БПРИ поступает команда о переводе стабилизирующего электростатического канала в режим измерительного емкостного. Результаты измерений емкостным методом через БПРИ поступают в ЭБУиО, который принимает решение о дальнейшем режиме функционирования преобразователя.

Разработаны структурная и функциональная схемы МОЭМ-преобразователя линейных ускорений на основе ОТЭ с контуром стабилизации положения ЧЭ и резервированием канала считывания. Предложена каркасно-узловая модель ЧЭ, позволяющая учитывать его сложные деформации. Проведено моделирование динамических процессов систем с электромагнитной и электростатической обратными связями. Исследовано поведение ЧЭ при различных его топологиях, видах ускорений и воздействующих сил, на основе разработанных трёхмерных моделей. Предложен алгоритм функционирования БПРИ, позволяющий сохранить работоспособность преобразователя с наименьшим снижением функциональности контура

обратной связи. Разработаны трёхмерные модели элементов макета преобразователя. Произведено полунатурное моделирование узла съема и преобразования оптической информации.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 19-08-00108).

Список литературы:

1. Busurin V.I., Zheglov M.A., Shleenkin L.A., Korobkov K.A., Bulychev R.P. Development of an Algorithm to Suppress Frequency Splitting of an Axisymmetric Resonator of a Wave Solid-State Gyroscope with Optical Detection. Measurement Techniques, 2020, vol. 62, no. 10, pp. 879–884. doi: 10.1007/s11018-020-01708-0.

2. Busurin V.I., Korobkov V.V., Naing Htoo Lwin, Phan Anh Tuan. Static and dynamic characteristics of angular velocity and acceleration transducers based on optical tunneling effect. Journal of Physics: Conference Series 737 (2016), pp. 1–7.

Разработка алгоритма работы преобразователя ускорений на основе интерферометра Фабри-Перо

Кошеварова Н.А., Коробков К.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бусурин В.И.
МАИ, Москва
NatashaKoshevarova@mail.ru

Устройства, основанные на микроэлектромеханических системах (МЭМС), имеют ряд особенностей, таких как высокая надежность, низкая стоимость, малые габариты и вес [1,2]. Одним из средств повышения точности измерения ускорения МЭМС-преобразователями является использование интерферометрического метода. Интерферометры позволяют измерить микроперемещения ЧЭ, возникающие под действием ускорения, с абсолютной погрешностью, не превышающей значение длины волны источника излучения, на основе анализа пиков интерференционной картины. Однако такие оптические методы измерений не обеспечивают приемлемую точность при регистрации микроперемещёний. Для уменьшения погрешности при измерении микроперемещений необходимо рассмотреть возможность работы не только на пиках, но и между пиками интерференционной картины. Для этого разработан алгоритм «грубо-точной» обработки сигналов, который позволяет уменьшить погрешность измерений МЭМС-преобразователя ускорений с оптическим узлом считывания на основе интерферометра Фабри–Перо. При использовании такого подхода производится подсчет не только количества пиков интерференционной картины, представляющих собой «грубое» значение измерений, но и анализ межпиковых областей, по результатам которого формируется «точная» составляющая измерений.

Преобразователь ускорения включает в себя два оптических канала, содержащих блоки интерферометров Фабри-Перо, блоки предварительной обработки сигналов для канала 1 и канала 2, блоки «Точного канала 1» и «Точного канала 2», мультиплексоры и блок подсчета целых отсчетов.

Для реализации «грубо-точного» метода интерференционная картина должна иметь плавные переходы между пиками пропускания, что может быть достижимо при малых отражательных способностях зеркал резонатора.

На выходе преобразователя ускорения формируется двенадцатиразрядный код, в котором шесть разрядов выделяются на подсчет целых отсчетов («грубая» составляющая), а оставшиеся шесть разрядов формируют «точную» составляющую.

В схеме обработки используются два оптических канала для корректного определения направления ускорения. Оптическое излучение от источников излучения модулируется величиной микроперемещений ЧЭ, вызываемых ускорением, и поступает на фотоприемники и преобразователи «ток-напряжение». Полученное напряжение с помощью аналого-цифрового преобразователя(АЦП) преобразуется в двоичный код, который подается на постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) и является адресом ячейки, в которой хранится информация о добавочном сигнале. Так как обработка «грубо-точным» методом предполагает

разделение периода сигнала каждого из каналов на 4 равные части, использованы 4 ПЗУ для каждого канала для хранения данных всех промежутков. В зависимости от номера интервала работы, данные с выхода АЦП, представляющие собой адрес ячейки, поступают на вход соответствующего ПЗУ. Данные, записанные в ячейку памяти ПЗУ в виде двоичного кода, передаются на мультиплексоры, управляющиеся младшими разрядами счетчика целых отсчетов, и формируют «точную» составляющую в виде 6 разрядов двоичного кода, что обеспечивает уточнение «грубых» результатов.

Счетчик целых отсчетов формирует «грубую» составляющую результатов измерений целого числа долей периода в виде двоичного 6-разрядного значения выходного сигнала. Конкатенация «грубой» и «точной» составляющих формирует выходное значение сигнала преобразователя ускорения.

При условии, что величина целого отсчета равна 0.7929*(10^(-7)) м, то при количестве «точных» отсчетов, равном 64, итоговая погрешность составит около 1.3 нм.

Благодаря использованию предложенного алгоритма «грубо-точной» метода формирования выходного сигнала, прецизионный преобразователь ускорения с интерферометрическим считыванием может обеспечить повышенную точность и эффективно использоваться в системах управления и навигации летательных аппаратов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант №19-08-00108).

Список литературы:

1. Мастеренко Д.А., Телншевский В.И. Особенности обработки измерительной информации при высокоточных линейных и угловых измерениях // Измерительная техника. 2016. №12. С. 11-15.

2. Бусурин В.И., Коробков В.В., Нгуен Тхань Зыонг, Данг Ван Хуен, Волновой микрооптоэлектромеханический преобразователь угловой скорости с интерферометром Фабри-Перо// Датчики и системы. 2019 г. №3. С. 27-33.

Система автоматического управления стабилизацией малого беспилотного летательного аппарата конвертоплана на импеллерах

Кузнецов А.С., Голубев В.А.
Научный руководитель — Ахрамович С.А.
МАИ, Москва
bmwx1@bk.ru

Существующие малые беспилотные аппараты (БПЛА) мультикоптерного вида имеют ограничение на скорость полёта 60-90 км/ч из-за того, что винт создаёт тягу благодаря разнице давления на верхней и нижней поверхностях лопасти. Чтобы повысить скорость полёта предлагается вместо винтовых двигателей использовать импеллеры, которые позволяют увеличить скорость полёта за счет своей конструкции.

Чтобы обеспечить ещё большую скорость полёта, предлагается сделать импеллер с поворотным механизмом, тем самым сделав четырёхмоторный конвертоплан, скорость полёта которого, по результатам моделирования, может быть достигнута 250 км/ч.

Данный аппарат обладает преимуществами вертолёта и способен осуществлять вертикальный взлёт и посадку при помощи импеллеров с поворотным механизмом, в то же время он имеет возможность полёта в горизонтальном режиме подобно самолёту, обеспечивая подъёмную силу крыльями самолётного типа.

Конвертоплан имеет три основных полётных режима: вертикальный, горизонтальный и переходный. Вертикальный режим для взлёта-посадки конвертоплана, горизонтальный режим для полёта подобно самолёту и переходный режим для процесса перехода из горизонтального режима в вертикальный и наоборот. Одной из основных задач вертикального режима является задача стабилизации БПЛА при осуществлении вертикального взлета на безопасную высоту.

В докладе рассматриваются особенности управления БПЛА конвертоплана на импеллерах, результаты синтезированной системы автоматического управления (САУ) стабилизацией БПЛА, и реализация полученного управления на платформе Atmel

ATmega2560 с использованием бесплатформенной инерциальной навигационной системы(БИНС).

Для апробации результатов был спроектирован и сконструирован прототип БПЛА конвертоплана на импеллерах и установлена разработанная САУ.

Список литературы:

1. Ахрамович С.А., Баринов А.В., Малышев В.В., Старков А.В. Синтез системы стабилизации четырёхроторного конвертоплана по каналам тангажа и крена в вертикальном режиме. // Вестник ФГУП НПО им. С.А.Лавочкина, 2018. № 1. С. 72-78

Переход от телеуправляемого к автономному необитаемому подводному аппарату, оснащенному движителями с изменяемым вектором тяги

Кузьмин И.В., Шмыров И.Б.
Научный руководитель — Гусев А.Л.
КНИТУ-КАИ, Казань
Igor.ru-1996@mail.ru

На сегодняшний день востребованным направлением в кораблестроении является создание автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА). Такие комплексы уже существуют на сегодняшний день и решают большой спектр как гражданских, так и военных задач:

1) Экологический мониторинг водной среды;
2) Донная геологоразведка в труднодоступных районах мирового океана;
3) Поисковые работы и обследование затонувших объектов;
4) Фото и видеосъемка;
5) Патрулирование водных рубежей и объектов;
6) Сопровождение военных целей;
7) Обслуживание коммуникаций портов;
8) Проведение разведки пунктов базирования вероятного противника;
9) Установка, обнаружение или уничтожение минных полей.

Большинство существующих АНПА построено по так называемой схеме «старого» типа, отличительными особенностями которой является большая энергозатратность, ввиду наличия большого количества движителей, использование судов специальной подготовки, а также конкретная спецификация под определенные задачи. Из-за подобных «особенностей» при автоматизации такой системы приходится решать проблемы, возникающие в области бортовых энергоносителей, а также компоновки элементов аппарата и его узлов.

В Казанском национальном исследовательском техническом университете имени А.Н. Туполева на кафедре конструкции и проектирования летательных аппаратов разрабатывается ТНПА, построенный по схеме «подводного трикоптера». Преимуществами такой схемы являются:

1) Малая энергозатратность;
2) Большая продолжительность непрерывной работы;
3) Малая масса и габариты;
4) Относительно большая маневренность;
5) Широкий спектр применения;
6) Меньшая стоимость постройки и эксплуатации;
7) Возможность использования аппарат с судов неспециальной постройки.

При дальнейшем развитии такого аппарата встает вопрос о его роботизировании и соответственно о составе систем управления для его автономного существования. В основном траектории движения, реализуемые с помощью программного управления, подразделяются на три основных типа:

1) Траектории с жесткой временной программой;
2) Траектории обследования площадей;
3) Траектории движения вблизи дна.

Сама система управления вбирает в себя функции формирования опорных программ, контроль условий перехода от одной опорной программы к другой, коррекцию траектории движения и создание управляющего воздействия.

Для нормальной работы аппарата требуется высокая точность определения местоположения аппарата, что делает нецелесообразным применения радиотехнических и оптических средств надводной навигации, а также навигации по рельефу дна, так как аппарат, как правило, применяется для исследования новых участков. Данные обстоятельства предопределяют выбор гидроакустических и автономных навигационных систем (АНС).

АНС основаны на измерении поступательной скорости и направления движения объекта. Среди АНС можно выделить инерциальные системы, поскольку для их работы нужно только поле тяготения. Такие навигационные системы, как правило, содержат в себе гироскопический или магнитный курсовой датчик, а также датчик скорости, имеющий в себе относительный и абсолютный лаги.

Помимо АНС целесообразно включить в состав навигационной системы гидроакустическую навигационную систему (ГНС). ГНС устанавливается для определения географических координат элементов базы маяков, извлечения и хранения первичной информации о местоположения АНПА относительно маяков и передачи навигационной информации на обеспечивающее судно.

По своей структуре ГНС достаточно проста и включает три основных компонента:

1) Приемопередатчик на аппарате;
2) Несколько маяков-ответчиков, установленных на дне;
3) Командная аппаратура на обеспечивающем судне.

В тандем АНС и ГНС следует включить бортовые компьютеры, расположенные на аппарате и на обеспечивающем судне, предназначенные для обработки и хранения навигационной и фото-видеоинформации.

Для обеспечения полной автономности на судно обеспечения необходимо расположить энергетическую установку для подпитки аппарата, бортовые компьютеры, базу данных, системы надводной навигации, а также стыковочный механизм для передачи аппаратом полученной информации и возобновления аппаратом энергии с борта обеспечивающего судна. Само же обеспечивающее судно может не иметь собственных движителей и перемещаться при помощи опекаемого аппарата или системы состоящей из нескольких АНПА, когда те пристыкуются.

Методы калибровки инфракрасных матричных фотоприёмных устройств в составе бортовых тепловизионных комплексов

Кунашова А.С.
Научный руководитель — Баранов Ю.П.
Университет ИТМО; Филиал АО "ПО "УОМЗ" "Урал-ГОИ", Санкт-Петербург
anastasia-kunashova@mail.ru

Бортовые тепловизионные системы авиационного и космического назначения широко применяются для решения задач обнаружения заданных объектов (например, аэродинамические объекты, наземная техника и т.д.) на больших расстояниях в инфракрасном спектре. В качестве приемников излучения часто используются матричные фотоприемные устройства (МФПУ). Во время работы данных МФПУ возникают операционные шумы, из-за чего появляются неравномерности чувствительности отдельных элементов ФПУ, и, как следствие, ухудшается качество изображения. Чтобы компенсировать эти неравномерности, необходимо периодически производить калибровку приемников. Для компактных систем (например, бортовых систем авиационного и космического назначения) из-за габаритных ограничений не всегда возможно применение крупных узлов калибровки ФПУ. Для решения данной проблемы необходимо провести исследование методов калибровки, наиболее подходящих для определенных типов приборов и условий их эксплуатации.

Рассматривается метод двухточечной калибровки, где оперируют два ЧТ с разными температурами для получения равномерного теплового излучения. Главное достоинство данного метода — максимальная эффективность коррекции неравномерностей чувствительности, в том числе для низкоконтрастных наблюдаемых сцен. Тем не менее, этот способ не подойдет для компактных систем, в которых необходимо соблюдать требования по массогабаритным ограничениям.

Следующим методом является калибровка с затвором (или шторкой). В качестве тест-объекта применяется подвижная шторка, устанавливаемая в оптико-электронной системе. Такой способ в настоящее время широко применяется в системах в связи с его доступностью и технологичностью. Главный недостаток данного метода — временное прерывание функционирования устройства, что может быть неприемлемо для систем, в которых обязательно постоянное наблюдение.

К числу методов с использованием алгоритмического способа калибровки относят применение МФПУ с системами электронной коррекции неравномерностей чувствительности отдельных элементов МФПУ. Подобные системы, как правило, включают в себя платы обработки цифрового потока, которые с помощью цифровой коррекции уменьшают влияние собственных шумов на измерительные свойства системы.

Альтернативным методом с применением алгоритмического способа коррекции неравномерностей чувствительности МФПУ является калибровка с использованием базы данных калибровочных коэффициентов, полученных во всем диапазоне рабочих условий системы. Данный метод часто встречается в ультракомпактных космических системах дистанционного зондирования Земли, так как дает возможность не применять подвижные калибровочные элементы (шторки, приводы и т.д.) благодаря предварительной наземной калибровке. Точность калибровки метода достигает 1-4 К.

Таким образом, в данной работе исследованы различные методы калибровки матричных фотоприемных устройств, работающих в инфракрасном диапазоне, обозначены границы применимости данных методов в бортовых авиационных и космических системах.

Список литературы:

1. Тресков В.В. Цифровая обработка тепловизионных изображений [Текст] / В.В. Тресков. — Lambert Academic Publishing, 2015. — 65 с.

2. Бабкин П.С., Павлов Ю.Н., Перов А.Н. Применение двухточечного метода калибровки для тепловизионных матриц фирмы ULIS [Текст] / Бабкин П.С., Павлов Ю.Н., Перов А.Н. // Радиооптика. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 06. С. 13-26.

3. Richard S. Salisbury Night vision: Next-generation thermal-IR cameras use shutterless imaging [Электронный ресурс] / Richard S. Salisbury — Электрон. текстовые дан. — England: [б.и.], 2007. — Режим доступа: https://www.laserfocusworld.com/detectors-imaging/article/16553095/night-vision-nextgeneration-thermalir-cameras-use-shutterless-imaging

4. Radiometric Calibration of Compact Infrared Camera (CIRC) for Earth Observation [Текст] / Eri Kato, Haruyoshi Katayama, Masataka Naitoh и др. // Sensors and Materials. MYU Tokyo. Электрон. журн. 2014. № 4. С. 199-214.

Подготовка эталонной информации для КЭНС

Лихачева Т.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Веремеенко К.К.
МАИ, Москва
lihacheva_94@mail.ru

В составе летательных аппаратов корреляционно-экстремальные навигационные системы применяются для коррекции траектории движения в режиме реального времени. Коррекция основывается на решении задачи привязки местоположения ЛА к определённому участку местности, над которым будет происходить полёт, и последующего уточнения траектории движения [1, 2].

В корреляционно-экстремальной навигации используются аномальные геофизические поля. Одним из наиболее широко используемых является поле оптического контраста, как наиболее информативное и доступное с точки зрения подготовки эталонной информации. Оптический сигнал обладает устойчивостью к суточным изменениям видимости местности (условиям освещения и спектральному составу падающей радиации, изменению влажности подстилающей поверхности и др.) [3]. При проведении сравнения могут использоваться как цветные, так и чёрно-белые изображения местности, полученные с помощью космической или аэрофотоаппаратуры. Преимуществом использования цветных изображений данного вида эталонной информации является возможность по снимкам, сделанным в одном сезоне, синтезировать эталонные снимки для другого путём фрагментации исходного изображения, типизации фрагментов и проведения вейвлет-преобразований. Чёрно-белые изображения занимают меньше памяти и требуют меньших вычислительных мощностей при анализе, но хранят в себе меньший объём информации [4, 5].

В представленном докладе для проведения моделирования и визуализации результатов используются космофотоснимки. Для построения и отображения траекторий на снимках местности проводится привязка изображения по координатам, вычисляемым в БИНС, к плоским прямоугольным координатам с помощью проекции Гаусса-Крюгера и Меркатора, после чего анализируется точность привязки и сравниваются полученные результаты. В работе большую точность показала привязка через проекции Гаусса-Крюгера, хотя она и имеет свои ограничения по точности: с удалением от центрального меридиана кривизна линий увеличивается, диапазон применения не охватывает полярные зоны, угол расхождения вертикалей километровой сетки с меридианами может составлять до 3 градусов.

Требования к точности привязки фотоснимков определяются решаемыми задачами. В частности, при решении задач ориентации и навигации по космофотоснимакам с разрешением 15 метров погрешность привязки должна быть не более 10-15 метров. В районах, покрытых аэрофотоснимками с высоким разрешением, решаются более сложные задачи, например, посадка ЛА, поэтому погрешность привязки не должна превышать единиц метров по горизонтальным координатам.

В докладе сравниваются способы привязки фотоснимков, анализируются возможные варианты обработки картографической информации и приводятся результаты имитационного моделирования. Представленные в докладе результаты будут использованы при анализе работы бортовой интегрированной навигационной системы, использующей показания КЭНС.

Список литературы:

1. Алешин Б.С., Веремеенко К.К., Черноморский А.И. «Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии», М.:Физматлит, 2006 г.

2. Веремеенко К.К., Антонов Д.А., Жарков М.В., Амирагов А.С. «Концепции построения навигационного комплекса автоматического необитаемого подводного аппарата», Новости навигации, 2014 г.

3. Лихачева Т.Н., Веремеенко К.К. «Структура и особенности алгоритмического обеспечения корреляционно-экстремальной навигационной системы», сборник материалов 16-ой международной конференции «Авиация и космонавтика», 2017.

4. Толчельников Ю.С. «Оптические свойства ландшафта», Л.: Наука, 1972.

5. Кринов Е.Л. «Спектральная отражательная способность природных образований», М.: Изд-во АН СССР, 1947.

Применение паравизуальной индикации для повышения безопасности полётов самолётов

Лысак Д.А., Кирьянов А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мулин П.В.
МАИ, Москва
dan.lysa@yandex.ru

В работе предлагается паравизуальная система индикации на базе многофункциональных индикаторов. Паравизуальная система интегрирована с индикацией основных полётных параметров и используется в отсутствие видимости естественного горизонта в целях повышения точности и легкости пилотирования при заходе на посадку в отсутствие видимости естественного горизонта.

Безопасность полётов во многом зависит от качества получаемой лётчиком информации. В ночных условиях захода на посадку, в отсутствии видимости естественного горизонта наиболее существенной является потеря достоверной и точной информации об угловом положении самолёта по крену. Незамеченный небольшой угол крена может привести к появлению существенной скорости отклонения от курсовой линии посадки прежде, чем пилот обнаружит ошибку. Поэтому от пилота в темное время суток требуется больше усилий для пилотирования, чем в дневное время суток в условиях видимости естественного горизонта. Наконец, потеря естественного горизонта периферическим зрением приводит к потере ориентировки. В результате лётчик вынужден чаще переключать внимание на пилотажный индикатор, что требует дополнительного времени на переход от визуального полёта к полёту по приборам и обратно. Кроме того, разрешение любого инструментального источника углового положения самолёта хуже разрешения естественного (при ориентации лётчиком по естественному горизонту), поскольку линия естественного горизонта, распространяясь по каждую сторону периферийного зрения лётчика, существенно длиннее линии искусственного горизонта, отображаемой на пилотажном приборе или на индикаторе на лобовом стекле. Как следствие, в отсутствие видимости естественного горизонта от лётчика требуется больше внимания и усилий для выдерживания небольших отклонений по курсу в ущерб стабилизации глиссады.

В работе исследовалась возможность использования паравизуальной индикации [Л] углового положения самолёта на базе штатных многофункциональных индикаторов. В настоящее время информационно-управляющее поле кабины современных и перспективных самолётов построено по концепции "стеклянной кабины" и включает в центре приборной доски панель цветных многофункциональных широкоформатных индикаторов, расположенных стык в стык. Благодаря такому расположению, многофункциональные индикаторы могут не только отображать отдельные кадры пилотажно-навигационной индикации, но и действовать совместно как один экран. Это открывает новые возможности для применения паравизуальных систем индикации.

В предлагаемой системе индикации линия искусственного горизонта представлена на многофункциональных индикаторах, тем самым существенно расширена в сравнении с обычной индикацией на пилотажном приборе и дополнена изображением цветных спиральных полосок, которые перемещаются вправо или влево в зависимости от направления крена, а скорость их перемещения при малых углах пропорциональна углу крена. При этом предполагается, что сама паравизуальная индикация интегрирована с основным пилотажным индикатором.

Список литературы:

1. Белогородский С.Л. Автоматизация управления посадкой самолёта. М.: Транспорт, 1972. 352 с.

Определение параметров крыла

Мулюмба Ж.Н.
Научный руководитель — Гусев А.Л.
КНИТУ-КАИ, Казань
germainmulumba@gmail.com

В работе рассматривается возможности метода предварительного проектирования для определения параметров заглубляющего и маневрового крыла для глубоководного аппарата

При исследовании дна Мирового океана широко применяются глубоководные буксируемые комплексы. Они имеют различный состав и конструкцию, но в общем виде состоят из бортового оборудования, расположенного на судне и забортного оборудования, расположенного на подводном аппарате (ПА). ПА имеют относительно нейтральную плавучесть (на самом деле они имеют незначительную положительную плавучесть для эвакуации в случае поломки). Для доставки ПА на рабочую глубину применяются различные устройства — заглубители (ЗГ) имеющие значительную отрицательную плавучесть. ЗГ и ПА связаны длинным кабель-тросом (КТ), и ПА имеет возможность маневрирования. Для маневров по глубине в глубоководных аппаратах обычно применяются вертикальные движители. Так же для этих целей применяются крылья в различном исполнении. Применение гидродинамических поверхностей ограничивается скоростью буксировки комплекса. Скорость буксировки во многом определяется возможностями аппаратуры. Современная аппаратура позволяет значительно увеличить скорость работы, однако гидродинамические свойства системы Судно — Трос — ЗГ — КТ — ПА не дают значительно увеличить скорость работы. В общем случае максимальная скорость ограничена 6 узлами (около 3 м/с). На таких скоростях допустимо применение крыла как для заглубления ПА, так и для маневрирования его по глубине.

На начальных этапах проектирования возникает сложность определения возможности создания системы с заданными свойствами. Одним из таких методов — метод предварительного инженерного проектирования предложенный Ю.А Ксенофонтовым, А.Н. Моисеевым, С.П. Хаиповым. Метод позволяет определить основные параметры системы, при этом не требует значительных вычислительных мощностей. Метод реализован в среде MATLAB.

Условием существования системы принимается допустимые натяжения Троса и КТ. Целью работы было определение возможности применения крыла в глубоководном буксируемом комплексе для работы на максимальной скорости 3 м/с. Состав комплекса и массогабаритные характеристики элементов системы приняты соответствующими разработанному ранее с участием КНИТУ-КАИ глубоководного комплекса «Абиссаль 3».

В ходе работы определены основные параметры заглубляющего крыла, параметры маневрового крыла. Сделаны следующие выводы:

- Площадь заглубляющего крыла значительно зависит от скорости буксировки и минимальна на максимально скорости;
- Заменить ЗГ заглубляющим крылом сложно из-за его большой потребной площади;
- Площадь заглубляющего крыла зависит от глубины буксировки, это связано с влиянием троса.
- Возможен вариант применения нескольких заглубляющих крыльев, расположенных на разных глубинах по тросу
- Площадь маневрового крыла зависит от его профиля незначительно, при этом сильно зависит от максимального угла атаки;
- Площадь маневрового крыла на рассматриваемой скорости незначительная и может применяться для маневрирования ПА по глубине вместо вертикальных движителей;

Рассмотренный метод позволяет выполнять оценочные расчеты глубоководной буксируемой системы в различных вариантах исполнения, учесть влияние одних элементов на другие, и провести на его основе анализ их реализуемости.

Математическое моделирование принципа работы вибрационно-струнного акселерометра с разделенными массами

Наумченко В.П., Тумаев М.Д., Хомяков И.С.
МАИ, Москва
8987nau@mail.ru

Одними из основных датчиков первичной информации в инерциальных навигационных системах (ИНС) являются акселерометры. В соответствии с современными техническими требованиями они должны обладать высокой точностью, надежностью, длительным ресурсом безотказной работы, не потреблять большой мощности, быть нечувствительными к вращению объекта, выдавать сигнал в дискретном виде и, при этом, обладать требуемыми массогабаритными характеристиками. Всеми этими качествами обладает вибрационно-струнный акселерометр (ВСА) [1] с разделенными массами, который работает по принципу «вибрирующей струны».

Поскольку ВСА имеет два абсолютно идентичных чувствительных элемента (ЧЭ), то акселерометр обладает структурной избыточностью. ЧЭ представляет собой инерционную массу, оснащенная ортогонально двумя точками крепления. К одной точке крепления крепится пружина, к другой — вибратор («струна»).

Актуальность работы подтверждается тем, что попытки создания струнного акселерометра, судя по проделанному патентному поиску, принимались в наиболее технологически развитых странах, таких как: США, Германия, Великобритания, Франция [2]. Но при этом в открытом доступе информации о применении таких датчиков в подвижных объектах отсутствует.

Учитывая тот факт, что в современных ИНС наиболее распространены акселерометры, не использующие данный физический принцип, то внедрение таких датчиков является перспективным направлением.

С учетом выше описанных фактов, целью данной работы является разработка и тестирование математической модели вибрационно-струнного акселерометра с разделенными массами. Моделирование производилось без учета погрешностей, в идеализированном случае.

В соответствии с поставленной целью, разработана математическая модель в среде MATLAB Simulink. Модель отражает основной принцип работы ВСА без учета его погрешностей. Для качественного построения математической модели ВСА были изучены конструкция устройства, соотношения, отражающие его работу. По результатам моделирования построены графики выходных характеристики математической модели изучаемого устройства при различных видах входного воздействия: постоянном, линейном, единичном ступенчатом и гармоническом.

Список литературы:

1. Харьков И.А., Шустров А.Д., Селиванова Л.М., Трехкомпонентный дифференциальный вибрационно-струнный акселерометр, Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. “Приборостроение”. 2003.№4

2. Кричевский Ю.С., Сапожников И.Н. Создание вибрационных струнных акселерометров и их применение \ II Санкт-Петербургская международная конференция по гироскопической технике и навигации. 24 25 мая 1995, Часть I, 276 с. — С. 3- 13.

Новая сильносвязанная модификация бесплатформенного навигационно-гравиметрического комплекса летательного аппарата

Недорезов И.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Афонин А.А.
МАИ, Москва
ivan.nedorezov@mail.ru

Основным измерительным средством современных авиационных навигационных комплексов (НК) является бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС) интегрированная с глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС), что в рамках применяемых в большинстве случаев слабо- или сильносвязанных алгоритмов интегрированных навигационных систем ограничивает итоговую точность интегрированной системы на уровне остаточных систематических и случайных ошибок ГНСС, как правило, не подлежащих оцениванию и коррекции. При этом уровень погрешностей в стандартном и кодовом дифференциальном режимах ГНСС составляют соответственно первые десятки и единицы м. В большинстве случаев такая точность вполне удовлетворительна. В тоже время, для некоторых специфических задач такая точность оказывается недостаточной, например, для автоматической посадки, аэрогравиметрии и др. Тогда для преодоления указанного недостатка традиционных интегрированных систем целесообразно внести изменения в структуру и алгоритмы НК, позволяющие оценивать и компенсировать влияние остаточных погрешностей ГНСС.

В работе рассматривается минимальный состав измерителей НК ЛА, это БИНС и навигационная аппаратура потребителя (НАП) ГНСС. Обычно в рамках интегрированных схем БИНС-ГНСС используются слабо- или сильносвязанные алгоритмы комплексирования. Как правило, в первом случае вообще не происходит оценка и коррекция ошибок ГНСС, хотя ряд основных погрешностей ГНСС компенсируется в рамках алгоритмов работы её НАП. Там же оцениваются её собственные сдвиг и дрейф часов. При этом обычно используется та или иная модификация широко известного метода наименьших квадратов (МНК). Во втором случае в рамках сильносвязанного алгоритма происходит оценка сдвига и дрейфа часов НАП ГНСС, однако остаточные индивидуальные погрешности каждой из псевдодальностей и псевдоскоростей спутников из рабочего созвездия не оцениваются, не используется в этом случае и МНК. В итоге использование традиционного слабо- или сильносвязанного алгоритма не дает принципиального выигрыша по точности, хотя второй тип алгоритма отличается большей надежностью работы особенно при снижении числа видимых спутников (вплоть до одного).

Для повышения точности работы интегрированной навигационной системы предложена её новая сильносвязанная модификация. её особенностью является использование алгоритма МНК для оценки сдвига и дрейфа часов НАП ГНСС и установления формализованной связи между остаточными индивидуальными ошибками псевдоскоростей и псевдодальностей и ошибками оценивания сдвига и дрейфа часов НАП ГНСС. Эта формальная связь используется в алгоритме оценивания и коррекции ошибок интегрированной системы на базе оптимального фильтра Калмана, где, по сути, предпринимается попытка оценки остаточных индивидуальных ошибок псевдоскоростей и псевдодальностей наряду с оценкой и коррекцией основных погрешностей БИНС и её чувствительных элементов.

Установлено, что в действительности, в рамках работы интегрированной системы происходит оценивание и коррекция комбинаций, представляющих собой полные погрешности дальностей до спутников и их скоростей относительно ЛА, вычисленных по показаниям ГНСС с учетом МНК. В результате работы алгоритма оцениваются и корректируются погрешности ГНСС, БИНС и её чувствительных элементов; вычисляются уточненные навигационные параметры; параметры ориентации; проекции вектора аномалии ускорения силы тяжести (УСТ), кажущегося ускорения и абсолютной угловой скорости.

Проведенные исследования мер оцениваемости интегрированной системы показали, что для усовершенствованной слабосвязанной схемы хорошая оцениваемость погрешностей ГНСС по координатам имеет место лишь при очень высокоточной начальной выставке БИНС

или очень большой скорости и чрезвычайно активном маневрировании ЛА. В то же время в рамках рассмотренного случая усовершенствованной сильносвязанной схемы для обеспечения хорошей оцениваемости погрешностей ГНСС по дальностям до спутников не требуется ни высокоточная начальная выставка БИНС, ни какая-либо подвижность объекта-носителя НК (включая стоянку). В итоге представленная модификация сильносвязанной схемы комплексирования позволяет обеспечить лучшую итоговую точность определения координат ЛА, а также вертикальной аномалии УСТ.

В работе показано, что в результате проведенных исследований разработана новая модификация сильносвязанной интегрированной спутниково-инерциальной навигационной системы в рамках НК ЛА, позволяющая проводить оценку и коррекцию погрешностей ГНСС, что в итоге в соответствии с результатами выполненного имитационного моделирования дает возможность снизить итоговые погрешности определения координат комплексной системой в 2-5 раз по сравнению с традиционным случаем.

Работа выполнена при финансовой поддержке в форме гранта РФФИ № 19-08-00279а.

Разработка алгоритма коррекции навигационной системы наземного колесного робота по измерениям положения стоек шасси воздушных судов на стоянке

Никитенко И.А., Ивакин М.В.
Научный руководитель — Лельков К.С.
МАИ, Москва
bulopas11@gmail.com

В настоящее время в научно-исследовательском отделе кафедры 305 московского авиационного института проводятся работы над созданием роботизированного комплекса, состоящего из наземного колесного робота (НКР) и беспилотного летательного аппарата (БЛА) вертолётного типа. Комплекс предназначен для проведения совместного осмотра внешней поверхности воздушных судов (ВС) на аэродромной стоянке [1]. Оба робота оснащены средствами технического зрения, которые позволяют обнаружить дефекты на поверхности ВС.

При осуществлении осмотра ВС сверху необходимо сформировать полётное задание для БЛА, маршрут которого включает полёт по всем ключевым точкам, из которых будет производиться фотографирование поверхности ВС, а также координаты точки возврата БЛА на НКР. При этом для осуществления автоматического взлёта и посадки БЛА необходимо с высокой точностью определять текущие координаты местоположения НКР, который, в свою очередь, фотографирует нижнюю поверхность ВС.

НКР оснащён комплексной навигационной системой (НС), включающей в себя приёмник ГНСС, микромеханический гироскоп и одометрическую систему. Точность определения координат местоположения этой НС составляет порядка 1 метра. Для повышения точности решения навигационной задачи на борту НКР предлагается использовать коррекцию НС по измерениям лазерного дальномера (ЛИДАРА). В этом случае, дополнительным источником априорной информации является местоположение и ориентация ВС на аэродромной стоянке, которые обычно известны. Предложен алгоритм определения местоположения и ориентации НКР относительно обслуживаемого ВС. Он основан на измерении ЛИДАРом расстояния от НКР до стоек шасси ВС. На основании взаимного расположения стоек шасси определяется ориентация ВС, а, следовательно, и ориентация НКР относительно ВС.

Проведено моделирование предложенного алгоритма для разных сценариев работы НКР при осмотре различных ВС. Полученная при моделировании ошибка определения местоположения НКР составляет около 0.5 метра, что подтверждают практическую возможность применения предложенного алгоритма.

Список литературы:
1. Никитенко И.А., Ивакин М.В., «Алгоритм определения расположения и угловой ориентации самолёта на аэродромной стоянке при помощи наземного колёсного робота», Сборник трудов XXVIII Международной научно-технической конференция, Алушта, 2019, с. 45.

Перспективы схемы подводных аппаратов с изменяемым вектором тяги

Петров И.А.
Научный руководитель — Гусев А.Л.
КНИТУ-КАИ, Казань
ivanpetrov13a@gmail.com

Отклоняемый вектор тяги (ОВТ) функция сопла, изменяющая направление истечения струи. Предназначена для улучшения тактических и технических характеристик аппарата. Регулируемое (сопло) с отклоняемым вектором тяги- устройство с изменяемыми, в зависимости от режимов работы движителя, размерами выходного сечения, в канале которого происходит (ускорение или замедление) тяги и возможностью отклонения вектора тяги во всех направлениях.

Ещё давно было замечено, что использование отклоняемого вектора тяги в ходе движения несколько облегчает маневрирование аппарата. Первые опыты, связанные с практической реализацией изменяемого вектора тяги, относятся к 1960-м годам. Однако из-за недостаточного уровня развития технологии, серьёзные работы в области повышения манёвренности за счет ОВТ не велись до конца 1980-х годов.

Конструкция схемы (сопла) должна иметь дополнительный узел, обеспечивающий отклонение (сопла) целиком.

Существуют две схемы управления вектором тяги:

1) с управлением в одной плоскости;
2) с управлением во нескольких плоскостях (с всеракурсным отклонением).

Применительно к необитаемым подводным аппаратам (НПА) применение схем с ОВТ встречается значительно реже чем в БЛА. Это связано

В Казанском национальном исследовательском техническом университете имени А.Н. Туполева на кафедре конструкции и проектирования летательных аппаратов разрабатывается ТНПА, построенный по схеме «подводного трикоптера».

Преимуществами такой схемы являются:

1) Малая энергозатратность;
2) Большая продолжительность непрерывной работы;
3) Малая масса и габариты;
4) Широкий спектр применения;
5) Меньшая стоимость постройки и эксплуатации.

Среди различных схем исполнения ТНПА С ОВТ наиболее перспективными в плане реализации признаны несколько вариантов:

Рассмотрим движение конвертоплана с тремя винтами. Ориентацию в пространстве будут задавать углы, рыскания тангажа и крена. Схема с тремя движителями будет играть важную роль в обеспечении стабильности стояния в толще воды, предотвращая те моменты, когда движущиеся потоки воды будут стремиться всячески изменить положение аппарата.

Для такой схемы возможны два варианта изменения вектора тяги:

1) С синхронным поворотом в вертикальной плоскости двух передних движителей;
2) С асинхронным поворотом в вертикальной плоскости двух передних движителей.

Первый вариант с синхронным отклонением движителей, довольно прост в управлении, так как два движителя связаны друг с другом. При эксплуатации данный вариант будет затрачивать довольно много энергии, так как при облете препятствий будут задействованы оба движителя. У данного вида схемы нет возможности накрениться. У второго варианта более сложная схема управления, так как движители не связаны друг с другом, но данный вид управления позволит аппарату накреняться. Крен происходит за счет несинхронного поворота

обоих движителей (в ту или иную сторону). Данный вид схемы будет потреблять меньше энергии, потому что для крена необходимо задействовать 1-2 движителя вместо трех.

Также изменение вектора тяги в вертикальном направлении позволит аппарату быстрее реагировать на изменение рельефа дна, затрачивая меньшее количество энергии. В данном случае два передних движителя подвергаются управлением в одной плоскости. Тем временем для третьего движителя характерно будет использование схемы с управлением в нескольких плоскостях (с всеракурсным отклонением).

Рассмотрим движение конвертоплана с двумя винтами. Схема с двумя движителями, отличается тем, что на борту закреплены крылья, которыми контролируются положения аппарата в толще воды во время движения. При погружении, объект расположен вертикально, за счет чего погружение довольно быстрое. Крылья осуществляют движение (вверх, вниз) относительно горизонта. Установка движителей с изменяемым вектором тяги, намного облегчит управление аппаратом и стабильное движение в толще воды. В данном случае более радикально будет установить два движителя с управлением вектора тяги во всех плоскостях.

Так же перспективной для ТНПА является схема аппарата, где все три движителя расположены в одной плоскости, когда сам аппарат расположен вертикально, а движители снизу. Движение будет происходить вертикально-как «перевернутый вертолёт», за счет чего аппарат буде быстро погружаться и быстро всплывать. Но у этой схемы есть несколько минусов, один из которых- это большая энергозатратность. Представленная схема требует решения проблем обеспечения приемлемых массовых и габаритных характеристик, надежности, ресурса и быстродействия.

Начальная выставка бесплатформенной инерциальной навигационной системы на подвижном основании

Продан С.А.
Научный руководитель — Кузнецов И.М.
МАИ, Москва
stanislav.prod@ya.ru

Начальная выставка является обязательным этапом работы любой инерциальной навигационной системы (ИНС), который предшествует её переходу в рабочий режим. Основное назначение этого этапа — формирование начальных условий для алгоритмов определения координат, проекций скоростей и параметров ориентации. В соответствии с этим при начальной выставке решается задача инициализации навигационных данных (начальные координаты и проекции скоростей) и задача инициализации углового положения в пространстве. Первая задача решается относительно просто путем задания начальных условий для координат и скоростей выставляемой БИНС по внешним данным от бортовой системы носителя с учетом геометрии её размещения на аппарате. Вторая задача решается существенно сложнее из-за того, что в движении оси корпуса БИНС могут быть развернуты относительно осей навигационной системы координат на произвольные углы, которые с точностью до ошибок установки БИНС на объекте и ошибок системы ориентации объекта можно получить от бортового комплекса носителя. Особую сложность при этом представляет определение азимутального угла ориентации БИНС, наблюдаемость которого по координатно-скоростным измерениям слабая, что приводит, в частности, к необходимости совершения сложных маневров носителя для создания горизонтальных проекций кажущегося ускорения и угловой скорости, которые повышают наблюдаемость ошибки определения азимутального угла.

Предлагаемый алгоритм начальной выставки предполагает использование разностных измерений об углах ориентации от бортовой системы носителя и от выставляемой БИНС изделия, а также за счет привлечения математических моделей ошибок инерциальных датчиков и БИНС в целом и применения специальных алгоритмов обработки навигационной информации, построенных на основе Калмановской фильтрации.

В работе приводится обоснование целесообразности использования предлагаемого метода выставки и сравнение с существующими подходами. Приводятся математические модели ошибок выставляемой БИНС и ошибок, входящих в её состав инерциальных датчиков — гироскопов и акселерометров. Векторные уравнения ошибок представляются в скалярном виде и в пространстве состояний с целью более легкого последующего представления их в дискретном виде, с целью более удобной реализации имитационного и полунатурного моделирования. Строятся математические модели ошибок бортовых систем носителя — спутниковой навигационной системы и инерциальной навигационного системы, чья информация используется при реализации предлагаемого алгоритма выставки.

Приведены результаты имитационного моделирования, подтверждающие работоспособность предложенного подхода.

Работа проводилась при поддержке гранта РФФИ 19-08-01223-а.

Список литературы:

1. И.И. Помыкаев, В.П. Селезнев, Л.А. Дмитроченко. Навигационные приборы и системы: Учебное пособие для вузов. Под ред. И.И. Помыкаева. — М.: Машиностроение, 1983, 456 с., ил.

2. Veremeenko K.K., Savel'ev V.M. In-flight alignment of a strapdown inertial navigation system of an unmanned aerial vehicle. Journal of Computer and Systems Sciences International. 2013. Т. 52. № 1. С. 106-116.

Комплексная оптико-инерциальная навигационная система для беспилотного летательного аппарата большой продолжительности полёта

Рябинкин М.С., Савкин А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Антонов Д.А.
МАИ, Москва
max230658@gmail.com

При решении широкого круга задач в настоящее время нашли распространение беспилотные летательные аппараты (БПЛА) [1]. Основными системами навигационных комплексов БПЛА большой продолжительности полёта выступают, как правило, приемник глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) и бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС).

Сигналы ГНСС, принимаемые БПЛА могут подвергаться помехам, как непреднамеренным, так и преднамеренным. Поэтому, встает задача повышения помехозащищенности навигационного комплекса с целью удержания погрешности определения навигационных параметров в пределах заданного диапазона в условиях временной потери или искажения сигналов ГНСС.

Для повышения помехозащищенности определения параметров ориентации и местоположения целесообразно включение в комплекс бортового оборудования БПЛА оптико-электронной системы (ОЭС). Данная система представляет из себя одну или несколько камер, жестко закрепленных на фюзеляже БПЛА, и средство обработки видеоизображения. Алгоритмы функционирования ОЭС основаны на обобщенном уравнении фотограмметрии, которое позволяет связывать координаты и углы ориентации точки фотографирования и координаты опорных точек поверхности в выбранной декартовой системе координат через координаты опорных точек на плоскости снимка [2].

Выбор и отслеживание опорных точек поверхности осуществляется при помощи алгоритмов детекторов и дескрипторов в видимом или инфракрасном диапазоне.

Алгоритмы комплексной обработки информации строятся по жесткосвязанной схеме комплексирования на основе оптимального фильтра Калмана.

В работе предложен способ повышения помехозащищенности навигационного комплекса БПЛА путем включения в его состав дополнительной автономной навигационной системы. Рассмотрен вариант построения автономной навигационной системы на основе оптико-электронной системы. Предложены состав и структуры алгоритмов комплексной обработки

информации на основе жесткосвязанной схемы комплексирования с использованием навигационной информации от приемника ГНСС, БИНС и оптико-электронных измерений.

Список литературы:

1. Корченко А.Г., Ильяш О.С. Обобщенная классификация летательных аппаратов. Сборник научных трудов Харьковского университета воздушных сил, выпуск 4(33), 2012.

2. Краснопевцев Б.В. Фотограмметрия. — М.: УПП «Репрография» МИИГАиК, 2008.

Расширение возможностей РЛК с помощью суперкомпьютеров

Санин А.Е.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.

МАИ, Москва

andreyka199811@gmail.com

Суперкомпьютеры всегда были неотъемлемой частью научно-технического прогресса. От их развития отталкивались самые разнообразные сферы научного знания, с оглядкой на них происходили и новые технические открытия. В текущий момент увеличение производительности суперкомпьютеров отражает увеличению сложности проблем, предстающих перед человеком, которые человек сам себе создает и ставит перед самим собой.

Суперкомпьютер представляет собой сверхмощный ЭВМ, производительность которого, превышает 10 MFLOPS. Другими словами, вычислительной системой, способной произвести сложные, большие расчеты за минимально короткое время и называется супер-ЭВМ

Наиболее важным показателем производительности компьютера является степень его быстродействия, её можно измерить величиной называемой, флопсами. Величина показывает, какое количество операций выполняет данная вычислительная система. То есть за основу берется подсчет: сколько наиболее сложных расчетов ЭВМ сможет выполнить за секунду. Так, например, супер-ЭВМ расширит информацию, получаемую с помощью радиолокационных комплексов, позволит более быстро передавать её, обрабатывать и синхронизировать между предполагаемыми комплексами, пунктами управления.

Радио локационный комплексы (РЛК) и радиолокационные станции (РЛС) представляют собой системы для обнаружения объектов в какой бы то ни было среде и способны определить дальности и физические параметры этих объектов. С помощью РЛК решается множество важных военных задач, такие как: отслеживание запуска баллистических ракет, артиллерийская разведка и т.д.

Разработка новых тактических и стратегических позиций, это те области в оборонном комплексе страны, в которых суперкомпьютеры неимоверно важны. Супер-ЭВМ помогают осуществлять различные исследования, такие как: по повышению эффективности готовности боевой техники, а также по её модернизации. Также с помощью них разрабатываются новейшие виды оружия и средств защиты. Прежде всего, не стоит забывать, что супер-ЭВМ — это огромное устройство, состоящее из модулей памяти, процессоров, плат, объединенных в вычислительные узлы, связанные между собой сетью. Системы охлаждения и бесперебойного питания обеспечивают беспрерывную работу супер-ЭВМ. Весь комплекс может занимать значительные площади и потреблять огромное количество энергии. Тем самым, проблемой может оказаться внедрение и разработка данных проектов, близость к электростанции, и, следовательно, проблемы развития сетей, коммуникации и их контроль.

В настоящие время суперкомпьютерные технологии стали важной стратегической областью для любой страны. И без неё неосуществимо какое-либо дальнейшее, развитие экономики страны. Мощность национальных супер-ЭВМ сейчас так же важна наряду с такими же показателями как оборонные и ресурсно-энергетические потенциалы страны. Суперкомпьютер стал показателем инновационной мощи государства.

Объединив супер-ЭВМ и радиолокационные комплексы мы получим возможность расширить сферу влияния разведки за наземным и воздушным пространством, увеличим скорость передачи данных на всех этапах её получения — сбор, обработка, передача конечному пользователю в пункт управления. Так же важным будет разработка нового вооружения и технологий, для которых супер-ЭВМ станет мощным катализатором.

Разработка оптико-электронной системы межсамолётной навигации беспилотного конвертоплана

Снегирев М.В., Полозов Н.В., Монгуш Д.С.
Научный руководитель — к.т.н. Лопаткин Д.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
dimkaao@yandex.ru

Проведенный анализ отечественных и зарубежных систем межсамолётной навигации, показал их высокую погрешность измерения навигационных параметров, значительную массу и габариты, низкую помехозащищенность и автономность работы. Применение системы на борту БпЛА вертикального взлета и посадки позволит эффективно решать широкий круг задач: многоспектральная воздушная разведка; поиск объектов в условиях ограниченных времени и пространства; организация связи; мониторинг трубопроводов, лесного хозяйства и сельхозугодий; охрана границ и объектов специального назначения; доставка грузов в труднодоступные районы, ликвидация чрезвычайных происшествий, в том числе, информирование и профилактические мероприятия в период массовых заболеваний. Важнейшими составными частями системы является монокулярная система технического зрения (СТЗ), три инфракрасные информационно-навигационные метки и вычислитель, размещённые на борту каждого БпЛА. Работа системы основана обработке изображения информационно-навигационных меток посредством монокулярной СТЗ, вычисления собственных координат относительно ведущего БпЛА и формирования сигналов управления. Новизна технического решения обусловлена автономным управлением группы БпЛА без участия оператора в условиях влияния электромагнитных помех, что обеспечивает помехозащищенность, энергоэффективность и вседоступность. Достоинством системы является использование бортовой высокоточной и помехозащищенной оптико-электронной системы, обеспечивающей надежную работу в широком диапазоне метеоусловий и времени суток, а также самовосстанавливаемость при повреждении одного или нескольких БпЛА в группе. Таким образом, внедрение системы в бортовой пилотажно-навигационный комплекс позволит повысить живучесть и эффективность применения БпЛА в составе группы.

Создание модели запрещённой зоны как части дискретной карты для наземно-воздушного комплекса по осмотру воздушного судна на стоянке

Столяров Я.В.
Научный руководитель — Хорев Т.С.
МАИ, Москва
yanstolyarov@mail.ru

Существует задача разработки роботизированного комплекса для осмотра самолёта. Комплекс состоит из наземной колесной платформы (НКП) и беспилотного летательного аппарата (БПЛА) и осуществляет упрощенный послеполётный осмотр воздушного судна, именуемое далее осматриваемое воздушное судно (ОВС).

В числе прочих режимов работы комплекса есть и режим следования, в котором БПЛА ведет осмотр ОВС, а НКП следует за ним. НКП в данном режиме осуществляет в том числе контролирующую функцию: с помощью троса и лебедки он физически не дает БПЛА оказаться непосредственно над ОВС и в прочих т.н. «запрещённых зонах» (ЗЗ).

В данной работе предлагается представить карту в дискретном виде. Дискретная карта позволяет представлять местность в виде разбиения на квадраты, например, с присвоением каждому квадрату свойств. Например, 1 — препятствие, 0 — дорога свободна. Дискретная карта должна быть привязана к конкретным географическим координатам под определенным углом.

Метод формирования запрещённой зоны заключается в создании её монохромного графического изображения с последующим преобразованием в двухмерный массив. Полученный массив масштабируется — зная реальные размеры самолёта в метрах мы можем

сопоставить их с размерами самолёта в пикселах и вычислить масштабный коэффициент. Масштабированная модель с помощью матрицы направляющих косинусов поворачивается на реальный стояночный угол курса и располагается на дискретной карте в соответствии с реальным местоположением объекта, пролет над которым запрещён.

Накладывая модель запрещённой зоны на дискретную карту мы присваиваем перекрываемой зоне адрес и статус, который позволяет системе управления принять меры по предотвращению попадания в ЗЗ.

Имея дискретную карту НКП может определить координаты БПЛА и то, находится ли он в запрещённой зоне или нет. Если НКП решает, что БПЛА находится в запрещённой зоне — НКП останавливается, активирует лебедку и притягивает БПЛА к себе, после этого отправляет сигнал контролирующей службе о неполадке.

Если НКП решает, что БПЛА не находится в запрещённой зоне, то НКП будет в соответствии с координатами просто следовать за БПЛА до окончания выполнения процедуры осмотра.

Полученный метод предполагается использовать для составления дискретных карт с запрещёнными зонами, которая может быть использована при составлении программы планирования маршрута для комплекса.

Предполагаемая к выполнению работа является неотъемлемой частью построения системы управления двигателями НКП в режиме следования за БПЛА.

Таким образом была получена дискретная карта с запрещённой зоной в виде самолёта, позволяющая НКП контролировать БПЛА. Это позволит обеспечивать безопасность для ОВС.

Автоматизация анализа нормативности работы системы обеспечения вычислительного процесса космического аппарата

Табаков Е.В., Зинина А.И.
Научный руководитель — к.т.н. Косинский М.Ю.
МАИ, МОКБ «МАРС», Москва
e-tab@rambler.ru

Важнейшей частью космического аппарата (КА) является его система управления (СУ). В основе данной системы находится бортовое вычислительное устройство (БВУ), которое состоит из нескольких вычислителей. БВУ отвечает за функционирование всего КА и решение его целевой задачи. В процессе работы в нём происходит выполнение программных модулей (ПМ). За правильную работу БВУ отвечает система организации вычислительного процесса (СОВП) [1], поэтому от корректности работы СОВП зависит функционирование всего КА. Следовательно, становится актуальной решение задачи анализа нормативности её работы. Данные о работе СОВП содержатся в телеметрической информации (ТМИ) — информации, которая представляет собой сведения о работе всех систем КА [2]. Анализ корректности работы СОВП производится путём анализа значений признаков, содержащихся в ТМИ.

Такой анализ представляет собой сложную задачу, так как данная подсистема может работать в различных режимах и содержит большое количество параметров, характеризующих её работу (наличие электропитания в вычислителях БВУ, конфигурация вычислителя, число отказов, наличия перемычки с наземным оборудованием и др.).

Следует отметить, что в вычислителе есть средства самоконтроля, которые проводят тесты для контроля нормативности работы вычислителя. К ним относится расширенный тест встроенного контроля [3]. В ходе данного теста осуществляется проверка основных факторов, характеризующих работу СОВП. Результаты теста отражаются в ТМИ.

В результате для оценки нормативности функционирования может потребоваться анализ большого количество параметров.

Таким образом, осуществление анализа работы СОВП без применения дополнительных программных средств представляется достаточно

трудоёмким. До недавнего времени поставленная задача решалась с помощью расшифровки ТМИ и последующего анализа данных вручную. Этот подход является крайне

неэффективным, так как приводит к огромным затратам временных, трудовых и материальных ресурсов, а также к ошибкам, вызванных человеческим фактором. Поэтому поставлена задача автоматизации анализа работы СОВП по ТМИ. При этом, на данном этапе, с целью решения задачи в разумные сроки, принято решение о проведении анализа нормативности работы вычислителя только в режиме включения, в связи с его особенной важностью. В качестве решения поставленной задачи предложено разработать специальное программное средство.

В задачи разрабатываемого программного средства входит проверка соответствия значений параметров из ТМИ, характеризующих работу СОВП, номинальным значениям при включении вычислителя. Также необходимо проверять результаты теста встроенного контроля — их использование существенно упрощает формирование суждений о нормативности работы СОВП.

Для решения поставленной задачи предложен алгоритм, согласно которому происходит загрузка файла с ТМИ и осуществляется её расшифровка. Далее, исходя из значения признака наличия перемычки с наземным оборудованием, определяется режим работы вычислителя и, на основании этого, производится выбор критериев нормативности для осуществления анализа соответствия признаков и результатов теста встроенного контроля.

При наличии в исходной ТМИ соответствующих признаков, принимается решение о проведении анализа нормативности времён выполнения ПМ на вычислителе. По результатам данного анализа формируется соответствующий протокол. Итогом работы алгоритма является суждение о корректности или не корректности работы СОВП. Все полученные результаты записываются в базу данных (БД).

Непосредственная реализация предложенного алгоритма осуществлена в среде разработки QT с использованием языка C++. Следует отметить, что на предприятии хорошо развиты средства автоматизации и создана система автоматизации испытаний (САИ), которая позволяет автоматически получать ТМИ с испытаний ПО, автоматически запускать обработку и заносить результаты в базу данных. С целью повышения эффективности использования разработанное программное средство внедрено в данную систему.

В результате разработки получен инструмент для быстрого и точного выявления отклонений от нормы в работе СОВП.

Список литературы:

1. Андреев В.П., Волович Н.В., Глебов В.М. и др. Под редакцией А.С. Сырова, Проектирование и испытания бортовых систем управления: Учебное пособие — М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2011. — 344 с.

2. Бровкин А.Г., Бурдыгов Б.Г., Гордийко С.В. и др. Под редакцией А.С. Сырова, Бортовые системы управления космическими аппаратами: Учебное пособие — М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. — 304 с.

3. Системное бортовое программное обеспечение. Операционная среда разработки. Часть 3. Учебник/ С.В. Синицын, О.Л. Григорьева, Д.В. Орлов. — М.: МОКБ «МАРС», 2019. — 156 с.: ил.

Кварцевый акселерометр с электрической компенсационной обратной связью

Урсатий А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Белоногов В.Д.
МАИ, Москва
ursatiyam@mail.ru

В работе исследуются вопросы формирования структуры и выбора широкодиапазонного акселерометра, обеспечивающего высокий уровень линейности измерений в диапазоне ускорений ±784 м/кв.сек., что соответствует перегрузкам до n=80.

Целью работы является разработка структуры и выбор параметров акселерометра с емкостной компенсационной обратной связью для измерения линейных ускорений летательного аппарата.

За основу конструктивной схемы прибора выбрана схема с чувствительным элементом в виде тонкой миниатюрной кварцевой балки. Упругие деформации балки, возникающие при ускоренном движении объекта под воздействием распределенной силы, воспринимаются оптоэлектронной системой, состоящей из призмы, передающей световой поток, источника излучения, приемного фотодиода и усилителя. При этом, при изменении изгиба балки, за счет тоннельного эффекта в призме изменяется мощность передаваемого потока, фототок и напряжение усилителя. Электрические сигналы служат для индикации ускорения, а также используются в компенсационной обратной связи, формирующей изменение прогиба с целью увеличения диапазона измеряемых ускорений.

В работе исследованы функциональная и структурная схемы прибора. Используя статическую теорию изгиба балок, получены статические математические модели чувствительного элемента (ЧЭ). Для оценки динамики процессов составлены дифференциальные уравнения и оценены собственные частоты прибора и их зависимость от конструктивных параметров.

В работе приведен алгоритм расчета статических характеристик без влияния обратной связи (ОС) — при действии постоянного ускорения после установления определенных прогибов балки под действием ускорения. Особенностью поставленной задачи является выбор геометрических параметров балки таким образом, чтобы рабочий диапазон измерений соответствовал участку близкому к линейному.

Компенсационная ОС акселерометра обеспечивается усилителем и исполнительным устройством за счет формирование специальной электростатической силы. В данном случае на концевом участке балки формируется электрод, играющий роль обкладки конденсатора, вторая обкладка устанавливается на корпусе прибора с определенным начальным зазором. Электростатическая сила вызывает притяжение «разноименных» и отталкивание «одноименных» обкладок. В работе получен алгоритм расчета схемы акселерометра с ОС, реализованный в программной среде Mathcad 2014.

По результатам исследования видно, что полученные статические характеристики модели акселерометра с ОС, близкие к линейным, удовлетворяют поставленным требованиям. В частности, моделирование показало возможность измерений ускорений (±784 м/кв.сек.), высокое значение собственной частоты. Введение ОС уменьшило влияние температуры окружающей среды и снизило нелинейность переходных характеристик акселерометра.

Для дальнейшего уменьшения нелинейности предлагается использовать специальный алгоритм обработки, допускающий простую реализацию на микропроцессорном устройстве.

Список литературы:

1. Бусурин В.И., Казарьян А.В., Неретин Е.С. «Оптические и волоконно-оптические устройства и системы» / Под редакцией д-ра техн. наук, профессора В.И. Бусурина. — М.: Изд-во МАИ, 2015. — 112 с.:ил.

Система векторного управления трехфазным электроприводом постоянного тока

Чан Шон Хунг
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Симонов В.Л.
МАИ, Москва
tshhung@gmail.com

В последние десятилетия с появлением новых силовых электронных компонентов получил развитие мощный бесколлекторный электропривод на базе серийно выпускаемых синхронных машин (СМ) с традиционным электромагнитным возбуждением и машин с ротором на высокоэнергетических постоянных магнитах. Трехфазный бесколлекторный электродвигатель представляет частный случай вентильного электродвигателя, когда используются три обмотки двигателя. Чтобы обеспечить управление двигателем напряжение питания двигателя, для чего используют широтно-импульсную модуляцию (ШИМ).

Одним из классов систем управления синхронным электродвигателем с постоянными магнитами является векторное управление, когда осуществляется преобразование фазных токов статора из естественной трехфазной системы координат в ортогональную синхронную систему координат. При этом, модулятор преобразует напряжения статора в импульсы управления ключами инвертора напряжения на основе векторного формирования ШИМ.

Для точного позирования ротора двигателя и скорости его поворота при нагрузке привода внешним переменным моментом в системе управления используются соответствующие регуляторы тока и скорости.

В настоящей работе рассматривается привод на основе трехфазного бесколлекторного двигателя с использованием векторного управления. Строится математическая модель такого объекта управления с учетом компенсации перекрестных связей. Регуляторы тока и скорости строятся на основе пропорционально-интегральных звеньев, параметры которых выбираются на основе заданных требований к качеству переходных процессов при скачкообразном изменении внешней нагрузки. В работе также оценивалась эффективность работы спроектированной системы управления при наличии шумов в датчике положения ротора и в измерительном контуре токов.

Результаты моделирования разработанной системы электроприводом в среде Simulink/Matlab подтвердили правильность выбранной структуры и схемы расчета параметров системы.

Список литературы:

1. Калачёв Ю.Н. Векторное регулирование (заметки практика). — ЭФО, 2013. — 63 с.
2. Корельский Д.В., Потапенко Е.М., Васильева Е.В. Обзор современных методов управления синхронными двигателями с постоянными магнитами // Научный журнал «Радиоэлектроника. Информатика. Управление». — 2001. — С. 155-159.

Расчет параметров РЛС для обеспечения посадки БЛА

Чумагина Ю.И.
Научный руководитель — Вицукаев А.В.
МАИ, Москва
Chumaginayl@mail.ru

С развитием беспилотных летательных аппаратов (БЛА) возникает задача их автоматизированного взлета, посадки и управления полётом, в том числе в городских условиях. Предлагается использовать малогабаритную радиолокационную станцию (РЛС), определяющую местоположение и скорость БЛА при заходе на посадку и передающую полученную информацию оператору или систему управления БЛА о необходимости совершения маневра для совершения успешной посадки на подготовленную площадку.

Принцип действия отличается от микроволновых систем захода на посадку (МСП) используемым в гражданской авиации. В отличие от МСП предлагается вычислять координаты БЛА и передавать информацию в систему управления, а не проводить вычисление сигналов от маяков систем MLS на борту БЛА, что потребовало бы установки на борту БЛА дополнительной вычислительной системы. Для целей высокоточного измерения координат предлагается использовать РЛС в диапазоне 77 ГГц.

В работе произведен расчет зон обзора РЛС для дальности действия 300 метров. Размер зоны обзора составил по азимуту 60-100 градусов, по углу места 30 градусов, точность определения координат должна составлять 0.2 м/с по скорости, 0.3 м по дальности. Способность обнаружения и измерения координат оценивалась на БЛА с эффективной площадью отражения 3 квадратных метра.

Пригодной для использования в данной системе может быть автомобильная РЛС класса Delphi ESR. Она обладает небольшим весом (575 грамм) и габаритами (90.2x173.7x49.2 мм), потребляемая мощность 18 Вт, управление по CAN-шине.

В дальнейшей работе планируется практическая реализация на базе Ресурсного центра МАИ-НИИП в г. Жуковский с использованием программируемых источников питания NI PXIe-4112, 4113, имитатора CAN интерфейса NI PXI-8513, шасси NI PXI-1085, контроллер NI PXI-8135.

Автономная корреляционно-экстремальная навигационная система малогабаритного летательного аппарата

Шаповалов Н.А., Маамо М.Шико
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Афонин А.А.
МАИ, Москва
shapovalov.nik777@gmail.com

В настоящее время на борту ЛА используется пилотажно-навигационный комплекс (ПНК), содержащий перечень измерительных подсистем, обычно состоящий из бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС), радиовысотомера (РВ), доплеровского измерителя скорости, угла сноса и дальности (ДИССД), системы воздушных сигналов (СВС), а также спутниковой навигационной системы (СНС) и других радионавигационных систем. Данные подсистем объединяют в рамках алгоритма комплексной навигационной системы (КНС), итоговый уровень точности определения местоположения ЛА, которой обычно определяется точностью СНС, как наиболее точной из подсистем.

Однако устойчивость и надежность СНС зачастую бывают ограничены. Особенно сильно данный факт проявляется в высоких широтах, горной местности, а также при наличии естественных или искусственных негативных воздействий, в частности, при постановке активных радиопомех. В таком случае, с высокой долей вероятности, можно предположить, что входящие в состав ПНК радионавигационные системы также окажутся ограниченно работоспособны.

В данном случае, в упомянутых сложных условиях эксплуатации, навигационную задачу преимущественно решают путем использования БИНС в автономном режиме, с коррекцией от других подсистем ПНК, сохранивших работоспособность. Сами по себе БИНС отличаются полной автономностью и защищенностью от внешних помех, но эти системы имеют существенный недостаток — постепенную расходимость ошибок и со временем они обязательно требуют коррекции от других подсистем ПНК, обладающих достаточной точностью.

В настоящее время, в условиях недоступности или недопустимости использования СНС все чаще начинают использовать корреляционно-экстремальные навигационные системы (КЭНС), работающие по поверхностным полям Земли (поле рельефа, оптического или радиолокационного контраста) или по её пространственным полям (гравитационное или магнитное поле). Данные системы, по объективным причинам, обладают высокой помехоустойчивостью от искусственных и естественных воздействий, при этом в области высоких широт или над водными акваториями наиболее перспективными видятся КЭНС, работающие по гравитационному полю Земли.

Следует заметить, что современные прецизионные БИНС фактически содержат в своем составе редко используемый гравиметрический канал, представленный в рамках инерциального измерительного блока в виде трехгранников инерциальных измерителей: высокоточных гироскопических датчиков угловой скорости, а главное акселерометров — датчиков кажущегося ускорения, включающего гравитационную составляющую, в том числе, аномальную. В свою очередь, посредством функционального алгоритма бесплатформенного навигационно-гравиметрического комплекса, разработанного авторским коллективом кафедры 305 МАИ, при наличии информации корректирующих подсистем, ускорение силы тяжести (УСТ) и его аномалия могут быть идентифицированы и оценены. При этом следует заметить, что УСТ преимущественно зависит от координат (в первую очередь — от высоты) и строго математически описываются «нормальной» гравитационной моделью Земли, в тоже время, не вошедшие в модель составляющие называются аномалиями, обусловленными неравномерным распределением гравитирующих масс планеты. Гравитационные аномалии на Земле сравнительно велики и достигают наибольших величин до 1000 мГал (0,01 м/с2), что соответствует ошибке по высоте до 3000 м, тогда как значения в десятки-сотни мГал являются практически повсеместно распространенным явлением.

Таким образом, доступный состав измерителей ПНК, включающий БИНС, ДИССД, РВ, СВС, в принципе, может замещать по своему функционалу состав аэрогравиметрической системы предыдущего поколения и на основании информации указанных подсистем в рамках ПНК (с учетом их типичной и перспективной степени точности), в соответствии с проведенными оценкам, в определенных условиях, алгоритмом КНС помимо задач ориентации, навигации, оценивания погрешностей и коррекции, может решаться и гравиметрическая задача — определение гравитационных аномалий вдоль траектории движения ЛА с ограниченной точностью (единицы — десятки мГал).

Итак, исходя из перечня подсистем ПНК, способных сохранять надежную работоспособность в указанных обстоятельствах и необходимости коррекции ПНК для повышения его итоговой точности и надежности решения навигационной задачи, дополнительным источником корректирующих сигналов ПНК видится гравиметрическая КЭНС, сочетающая качества поисковых и разностных алгоритмов, работающая по информации об аномалиях гравитационного поля Земли.

Результаты имитационного моделирования КНС обозначенного состава, включая КЭНС, с учетом достигнутых на сегодняшний день и перспективных уровней точности подсистем ПНК подтвердили потенциальную возможность определения местоположения ЛА на уровне сотен м — единиц км.

Работа выполнена при финансовой поддержке в форме гранта РФФИ № 19-08-00279а.

Координатометрия подвижных наземных и надводных целей с помощью винтокрылого беспилотного летательного аппарата

Шаронов И.Е., Ханов А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Шипко В.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
Sharonov_iven@mail.ru

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) активно используются при решении различного рода специальных задач, таких как мониторинг загрязнения окружающей среды, борьба с браконьерством и многое другое. Важными составляющими при решении поставленных задач являются определение дальности, относительных координат и параметров движения различных наземных и надводных целей (НЦ).

Одним из технических устройств, позволяющих вести пассивное визирование и координатометрию НЦ с борта БПЛА является подвижная гиростабилизированная оптико-электронная система (ОЭС). Такая ОЭС может включать в свой состав телевизионный и тепловизионный модули формирования качественных изображений, а также выполнять автоматический захват и сопровождение НЦ с измерением их азимута, угла места и геометрической дальности. Типовые малогабаритные двухосевые гиростабилизированные ОЭС обладают высокими техническими показателями [1]: диапазон углов разворота по азимуту — 360° без ограничения, по углу места — от +20° до –100°, скорость перемещения линии визирования (ЛВ) — до 80°/сек, точность стабилизации — 200 мкрад, вес — до 1,5 кг.

В работе [2] проведен анализ пассивных методов измерения дальности по данным ОЭС БПЛА, в [3] показана возможность технической реализации способа определения дальности и координат НЦ с помощью ОЭС и цифровой карты высот рельефа местности, а в работах [4, 5] показана алгоритмическая и методическая возможность реализации таких способов с помощью БПЛА самолётного типа. В настоящем докладе речь пойдет о такой возможности с помощью винтокрылых БПЛА (БПЛА вертолётного типа, мультикоптеры, и т.д), что требует учета особенностей пространственной ориентации и перемещения такого летательного аппарата.

Для определения углов (крена, тангажа и рыскания) и параметров движения БПЛА используются акселерометры, магнитометры и датчики угловых скоростей. Для определения местоположения используются датчики спутниковой навигации GPS или ГЛОНАСС. Также, БПЛА может быть оснащен компасом, высотомером, системой технического зрения

(видеокамера и блок цифровой обработки изображений), лазерным дальномером и другими датчиками.

В докладе представлены алгоритмы координатометрии НЦ с помощью гиростабилизированной ОЭС установленной на БПЛА типа квадракоптер в условиях взаимных перемещений БПЛА, ОЭС, НЦ и базы с которой был запущен квадрокоптер. Предложенные алгоритмы не ограничиваются применением только для мультикоптеров, но и могут быть распространены на БПЛА вертолётного типа.

Управление телеуправляемым необитаемым подводным аппаратом оснащенным движителями с изменяемым вектором тяги

Шмыров И.Б.
Научный руководитель — Гусев А.Л.
КНИТУ-КАИ, Казань
i_shmyrov@mail.ru

Сегодня значительная часть исследований мирового океана производится необитаемыми подводными дистанционно управляемыми аппаратами. С их помощью выполняется большой спектр работ, от фото и видеосъемки, взятия проб, до выполнения различных технических операций.

Большинство подводных аппаратов создается и изготавливается по относительно однотипной схеме: все они имеют остойчивость и стационарное расположение движителей. Ярким примером такой системы является многофункциональный ТНПА созданный АО Южморгеология RT-1000 PLI. Аппараты такой конфигурации имеют широкое распространение, что говорит о надежности применяемой схемы. Из недостатков можно отметить узкою специализацию и высокую стоимостью создания аппарата и эксплуатации. Среди достоинств можно выделить простоту конструкций, и алгоритмов управления подобными аппаратами. Особенностью таких аппаратов является, высокая энергозатратность в процессе эксплуатации, ввиду наличия большого количества движителей (как правило, их больше 4), и соответственно значительной массы аппарата.

Решением таких проблем могут служить аппараты, построенные по схеме подводного трикоптера. Такие аппараты будут иметь относительную сложность в создании системы, но среди плюсов такого аппарата можно выделить меньшую стоимость эксплуатации, массу, меньшее количество движителей, и соответственно меньшую энергозатратность и большую автономность.

Система управления под такие аппараты должна отличается от стандартной системы управления глубоководными аппаратами, где для движения в пространстве используется результирующий вектор двух тяговых направлений движителей. Управление новой системой — это некий гибрид системы управления конвертопланами и системы управления аппаратов со стационарным расположением движителей.

Рассмотрим движение конвертоплана с тремя винтами. Ориентацию в пространстве будут задавать углы, рысканья, тангажа и крена. Аппарат, состоит из фюзеляжа и трех пар винтов, с изменяемыми векторами тяги. Отклонение векторов тяги поворотных приводов двух передних винтов осуществляется на угол β, который может меняться от 0 до 900, а привод заднего винта на угол $\gamma=\pm 450$. Наличие горизонтальной составляющей силы тяги хвостового привода позволит обеспечить поворот конвертоплана вокруг вертикальной оси на угол рысканья. Компенсация крутящего момента происходит за счет оппозитно установленных винтов, вращающихся в противоположные стороны.

Рассмотрим организацию движения телеуправляемого необитаемого подводного аппарата классической схемы, со стационарным расположением движителей. Данные аппараты управляются оператором или несколькими операторами с борта судна. Аппарат связан с судном сложным грузонесущим кабелем, через который на аппарат поступают сигналы управления и электропитание, а обратно передаются показания датчиков и видеосигналы. В таких аппаратах используется относительно большое количество

движителей, которые жестко закреплены в конструкции аппарата, как правило, их количество больше 4. Результирующий вектор тяги в таких аппаратах создается системой движителей, ориентированных в нескольких плоскостях.

В нашем случае система управления объединяет в себе обе схемы. Для управления ТНПА оснащенного движителями с изменяемым вектором тяги предлагается использовать трехканальную систему управления.

С помощью канала 1 планируется обеспечить управление погружением и всплытием аппарата.

По мере продвижение джойстика 1 из центрального в крайние положения мы увеличиваем тягу движителей для режима «погружение» и «всплытие». Переводя джойстик 1 в исходное центральное положение, тяга движителей уменьшается, чем обеспечивается отключение движителей аппарата, что приводит к экстренному всплытию под действием силы Архимеда. Планируется, что при 15% максимальной мощности движителей аппарат будет зависать в толще воды.

Отклоняя джойстик 2 в положение «вперед» («назад») мы задействуем канал управления 2 и увеличиваем тягу передних движителей, причем помимо увеличения тяги автоматически задается команда сервоприводу на изменения угла $0+\Delta\alpha$ ($0-\Delta\alpha$) расположения движителей для совершения движения вперед (назад). Мощность передних движителей при таком маневре достигает 80% от максимальной мощности, чтобы был запас в 20% для обеспечения безопасной работы движителей. Задний движитель сохраняет 15% мощности.

Отклоняя джойстик 2 из начального положения в положения «вправо» («влево») задействуется канал управления 3 и увеличивается тяга заднего движителя с автоматическим изменением угла расположения так, что аппарат начинает поворот вправо $0,5-\Delta\beta$ (влево $0,5+\Delta\beta$), а также может вращаться горизонтально на месте погружаясь или всплывая (погружение и всплытие будут зависеть от перемещений джойстика 1). Мощность движителей при таком маневре достигает 80% от максимальной мощности, чтобы был запас в 20% для обеспечения безопасной работы. Передние движителей сохраняют 15% мощности.

Для работы с навесным оборудованием планируется задействовать канал 4 совмещённый с джойстиком 1.

Методы обеспечения перехода спутников ГЛОНАСС на отечественные комплектующие

Шорник Е.А., Петрякова Т.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Соколов М.С.
РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва
shornik_aa@mail.ru

В Российской Федерации существует обширная сеть навигационных спутниковых систем в качестве альтернативы GPS. Сейчас основная задача ГЛОНАСС (Глобальной навигационной спутниковой системы) — предоставление точного времени и координат потребителям на территории страны и за её пределами. Система также используется для наведения высокоточного вооружения.

Для глобального покрытия навигационным сигналом всего земного шара в орбитальном сегменте должно работать 24 спутника, для работы на территории России — 18. Согласно последним данным информационно-аналитического центра навигационной системы, 09 февраля 2020 года по целевому назначению используются 22 спутника, но более половины орбитальной группировки системы ГЛОНАСС работает за пределами гарантийного срока. Однако возможность работы спутников системы ГЛОНАСС даже за пределами гарантийного срока показывает лишь их высокую надежность.

Оператор системы "ГЛОНАСС" действует разумно, запуская спутники только по необходимости. Это объясняется тем, что готовые аппараты находятся на хранении. Таким образом, собранные аэрокосмические системы могут достаточно долго ожидать запуска на Земле благодаря отсутствию износа аккумуляторов и воздействия радиации. Также выход

космических аппаратов из строя по причине их устаревания почти не заметен для гражданских пользователей, пока количество действующих спутников не снизится до критического уровня.

Отметим, что российские навигационные системы содержат до 50% комплектующих зарубежного производства, преимущественно американского. Как следствие, процесс замены спутниковых систем значительно замедлен из-за ограничений на импорт иностранных комплектующих и невозможности оперативно изготовить российские аналоги электронной компонентной базы. Но определенные ответные меры в нашей стране уже предпринимаются, так как на данный момент идет перераспределение средств бюджета на отечественные опытно-конструкторские работы с целью импортозамещения.

Программа «Роскосмоса» по переводу спутников ГЛОНАСС полностью на отечественные комплектующие предполагает отказ от использования зарубежных элементов к 2025 году. Согласно планам Министерства промышленности и торговли России к этому моменту должна произойти частичная замена недоступных компонентов собственными, а также обеспечен импорт недостающих деталей из стран Юго-Восточной Азии.

Помимо рассмотренных мер по перераспределению объема расходных статей бюджета РФ, авторы статьи предлагают привлечь зарубежных специалистов в данной области, создавая рабочие места и необходимые условия для их заинтересованности и вовлечённости. Также предлагается развивать навигационную спутниковую систему путем привлечения частных компаний, популяризируя их участие и обеспечивая специальные условия для их развития.

Список литературы:

1. Сайт информационно-аналитического центра координатно-временного и навигационного обеспечения — URL: https://www.glonass-iac.ru/GLONASS/ (Дата обращения: 09.02.2020).

Секция №3.2 Вычислительные системы, сети и информационные технологии

Публичная облачная система хранения данных, включающая в себя объектное хранилище и базы данных

Макурин М.М.
Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва
mikhail.makurin97@gmail.com

В настоящее время одной из актуальных проблем является упорядоченное хранение большого объема информации. Решением данной проблемы является создание облачного хранилища. Главными преимуществами облачного хранения данных являются удобный доступ к информации и надежность хранения данных.

Был выполнен обзор существующих программных и аппаратных средств для организации облачной системы хранения данных, включающей в себя объектное хранилище и базы данных. Также была проанализирована возможность совместного использования программных и аппаратных средств, сформированы наборы соответствующих программно-аппаратных средств для работы сервера на предмет наилучшего соответствия поставленным задачам. Проведен сравнительный анализ конфигураций. В ходе проведенного анализа были выбраны программные и аппаратные средства, оптимально подходящие для создания облачного хранилища.

Для реализации поставленной задачи было рассмотрено несколько конфигураций серверов с подробным сравнением компонентов.

Выделены основные параметры, которыми должна обладать аппаратная инфраструктура для создания публичной облачной системы хранения данных, включающей в себя объектное хранилище и базы данных:

- Наличие дискового массива,
- Возможность подключения дополнительных серверов для хранения данных,
- Возможность подключения дополнительных серверов для проверки данных,
- Производительность,
- Масштабируемость.

В ходе проведенного анализа конфигураций были выбраны аппаратные средства, подходящие для создания облачного хранилища.

При выборе операционной системы были рассмотрены такие требования как минимальные временные затраты на установку, поддержку и обновление системы, полезный объем файловых систем, защита от вирусов.

Данным требованиям наиболее соответствует операционная система Ubuntu Linux, основанная на Debian GNU/Linux.

В ходе проведенного анализа лучшим программным обеспечением для управления объектным хранилищем был выбран OpenStack Swift [1].

Объектное хранилище OpenStack Swift предоставляет масштабируемое распределенное объектное хранилище с резервированием, которое использует кластеры стандартизированных серверов.

В качестве СУБД для сервера была выбрана СУБД MySQL Cluster [2]. Хранение логинов и паролей для сервера будет обеспечиваться с помощью хэширования, так как хранить логины и пароли в открытом виде небезопасно.

В качестве механизма аутентификации предлагается использовать аутентификацию по паролю с шифрованием данных.

Доступ к объектам в Swift осуществляется по интерфейсу REST. Эти объекты можно хранить, получать или обновлять по требованию. Хранилище объектов можно с легкостью распределить по большому числу серверов.

Для аутентификации в объектном хранилище используем службу Keystone.

Разделение прав доступа будет происходить на основе ролей на уровне базы данных с использованием MySQL.

Это позволит изолировано хранить в облачной системе реляционные и объектные базы данных, а также осуществлять к ним высокопроизводительный многопользовательский доступ. Данные возможности весьма востребованы разработчиками веб-приложений [3, 4], поскольку современные веб-приложения оперируют огромными объемами данных, включающих в себя данные, хранящиеся в реляционных базах данных (например, описания объектов в геоинформационных системах), и данные хранящиеся в объектных базах данных (например, различные снимки и изображения объектов в геоинформационных системах).

Список литературы:

1. OpenStack Docs: Welcome to Swift’s documentation! [Электронный ресурс] // OpenStack Docs. — Режим доступа: https://docs.openstack.org/swift/latest/ (дата обращения 18.02.2020).

2. MySQL Cluster CGE [Электронный ресурс] // MySQL. — Режим доступа: https://www.mysql.com/products/cluster/ (дата обращения 18.02.2020).

3. Гинзбург И. Б. Концепция построения распределенных систем информационной поддержки технического обслуживания аэрокосмической техники с использованием функционально насыщенных веб-клиентов // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. №5. С. 159-161.

4. Гинзбург И.Б. Отказоустойчивые веб-интерфейсы для геоинформационных систем с использованием данных дистанционного зондирования Земли // Научно-технический вестник Поволжья. 2016. № 4. С. 72-75.

Методика проектирования нейронного ПИД-регулятора для управления оборотами газотурбинного двигателя на различных режимах полёта

Абдуллин Д.М., Никулин В.С., Сторожев С.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Южаков А.А.
ПНИПУ, Пермь
abdullindm@mail.ru

Тенденции развития современных летательных аппаратов различных классов и назначений требуют освоения новых подходов в управлении, при проектировании газотурбинного двигателя.

В основе проектирования интеллектуальных систем управления (ИСУ) лежит решение проблемы достижения максимального качества управления с заданным уровнем робастности нелинейными объектами в условиях информационной неопределенности. Данная задача исторически решалась с применением классических ПИД-регуляторов, используемых более чем 85% в контурах промышленных структур САУ в условиях внешних возмущений и шума измерений. Разработанные модификации ПИД-регуляторов с весовыми коэффициентами при уставке, с формирующим фильтром для сигнала уставки, регуляторы отношений, с транспортной задержкой не учитывают реальных условий: ограничений изменения физических переменных, ограничения точности измерений, наличие нелинейностей, технологический разброс и случайные вариации параметров регулятора и объекта, дискретная реализация регулятора и т.д. Дальнейшее совершенствование ПИД-регуляторов связано с совместным использованием нечетких регуляторов, что привело к созданию гибридных нечетких ИСУ первого, второго и третьего поколений. Анализ поколений развития ИСУ показал, слабую адаптивность к изменению параметров объекта и низкую робастность. ИСУ первого поколения включали нечеткий регулятор для коррекции настроек ПИД-регулятора и экспертную систему (ЭС). Для исключения указанных недостатков были разработаны ИСУ второго поколения. Основным блоком ИСУ второго поколения является система моделирования оптимального сигнала управления, где использована технология мягких вычислений: генетический алгоритм (ГА), нейро-нечеткая сеть (ННС), например, ANFIS, NNFLC. ГА обеспечивает получение информации об оптимальном сигнале управления

(исходя из динамического и термодинамического поведения объекта и ПИД-регулятора). ННС решает задачу аппроксимации нелинейности недетерминированного объекта. Недостатком ИСУ второго поколения является невозможность исключения влияния стохастических шумов в случае существенных неустойчивых недетерминированных объектов. Основной задачей, решаемой ИСУ третьего поколения, является повышение уровня робастности на заданном классе параметрических и внешних случайных возмущениях. Включение инструментария оптимизатора баз знаний (ОБЗ) в ИСУ третьего поколения позволило формировать и проектировать робастные структуры. Дальнейшее совершенствование методик проектирования ИСУ третьего поколения связано с нейронными ПИД-регуляторами.

В работе рассмотрен метод проектирования ИСУ на базе нейронного ПИД-регулятора для управления моделями, описывающих работу газотурбинного двигателя на различных режимах полёта, с параметрическими и структурными неопределенностями. Робастность оборотов свободной турбины и тяги двигателя достигается за счет применения методики построения нейронного ПИД-регулятора.

Исследование возможностей использования таблиц решений для подготовки конструкторской и технологической документации

Абрамова М.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Падалко С.Н.
МАИ, Москва
mabramova050@gmail.com

Подготовка конструкторской и технологической документации (КТД) на авиационную технику (АТ) требует обработки огромного количества данных, а также принятия множества решений относительно всех аспектов будущего изделия АТ. Для автоматизации процесса подготовки КТД разработано много различных автоматизированных систем (АС). В рамках данного исследования рассматриваются возможности применения методологии таблиц решений в качестве основы для системы поддержки принятия решений автоматизации процесса подготовки КТД.

Методология таблиц решений (ТР) широко применяется в области экспертных систем и систем поддержки принятия решений, так как в общем случае таблицы решений применяются для доступного изложения и логического анализа сложных и формализуемых ситуаций с принятием решений. Они показывают, какие условия должны быть выполнены или не выполнены для того, чтобы предпринять или не предпринять то или иное действие.

В общем случае ТР представляет собой таблицу, в которой указаны все возможные ситуации, представляющие интерес при рассмотрении задачи, и действия, которые должны быть предприняты в зависимости от заданных условий. Методология ТР обладает рядом свойств, которые могут обеспечить более эффективный анализ данных и поддержку принятия решений, например:

- Компактная и обозримая форма для анализа задачи;
- Единое описание задачи;
- Легкая изучаемость;
- Требуемая ясность представления задачи;
- Контроль полноты описания комбинаций условий и соответствующих ситуаций или действий;
- Легкость модификации.

ТР обычно состоит из четырех основных частей: условия, учитываемые при принятии решений; возможные сочетания условий (ситуации); список возможных решений или действий, предпринимаемых в результате проверки условий; набор действий или решений, которые выполняются или принимаются при определенных значениях входов условий.

Представление большого массива данных, сопровождающего процесс разработки КТД на АТ, обработка этого массива и разработка системы поддержки принятия решений на базе

методологии таблиц решений предназначены для повышения эффективности, надежности и полноты анализа различных параметров, значения которых влияют на процесс подготовки КТД.

Список литературы:

1. Еремеев А. П., Гречкина П. В., Чибизова Н. В. Язык таблиц решений и программный комплекс моделирования процессов принятия решений на его основе: Учебное пособие. — М.: Издательство МЭИ, 2016. — 72 с.

2. Зайцев К. С., Чернов И. В., Мифтахова Ч.М. Исследование и разработка языковых и программных средств систем моделирования процессов принятия решений в АИУС. Рос. акад. наук. Ин-т проблем упр. им. В. А. Трапезникова. — М., 2002. — 65 с.

Система сбора данных на торговых площадках для обеспечения автоматической торговли

Аметов П.С., Темнов А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
pavelametov@gmail.com

Криптовалюта — это цифровая валюта, не имеющая физического выражения. На сегодняшний день темы связанные с автоматизацией работы с криптовалютой являются довольно популярными и актуальными. Одной из главных задач является: возможность перевода денежных средств в другую страну с минимальной комиссией, а также отсутствие ограничений на максимальную сумму перевода, по сравнению с банковскими переводами. На данный момент одной из проблем криптовалют является отсутствие надежного и удобного сервиса обмена, который поможет получить криптовалюту по минимальному курсу в обмен на фиатные деньги.

Одним из методов решения является разработка сервиса, который взаимодействует с торговыми площадками. Задачей данного сервиса будет являться сбор актуальных курсов по каждой валютной паре, что позволит определить на какой из бирж курс по данной валютной паре является наиболее выгодным на данный момент, после чего выполнить обмен.

Для решения задачи было разработано приложение на платформе Node Js, использующее микросервисную архитектуру, написанное на языке TypeScript с использованием веб-фреймворка NestJs. Данные микросервисы взаимодействуют между собой по средствам REST API. Система состоит из 3 сервисов: 1) сервис по сбору актуальных данных по криптовалютам на торговых площадках 2) сервис, который выполняет торговлю на биржах 3) сервис, занимающийся обработкой заявок на обмен. Для хранения данных была одна из самых популярных на сегодняшний день база данных под названием PostgreSQL, одним из главных качеств которой является высокопроизводительность. Для удобного использования функционала системы было написано клиентское SPA приложение, с использованием библиотеки React.

Разработанное приложение позволяет удобно и выгодно обменивать фиатные деньги на криптовалюту.

Список литературы:

1. Документация NestJs. Nestjs.com [сайт] URL: https://docs.nestjs.com

2. Ли Атчисон, Масштабирование приложений. Выращивание сложных систем [Текст] / Ли Атчисон — Питер 2018. — 256 с.

О технологии внедрения САПР на предприятии

Андреев А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва
AAV-1995@mail.ru

Каждая организация, планирующая внедрить систему автоматизированного проектирования, выбирает программу САПР исходя из потребностей предприятия.

Задача по выбору системы далеко не тривиальна. Прежде всего она должна удовлетворять задачам, решаемым на предприятии. При этом приходится обращать внимание на возможную избыточность возможностей исследуемой САПР для целей предприятия, так как ненужная избыточность увеличивает цену комплекса. Приходится оценивать и сложность установки программ, вопросы их сопровождения и поддержки.

Покупатель, как правило, старается выбрать единое решение для реализации имеющихся задач. Немаловажное значение имеет подбор наилучшего списка аппаратно-программных средств. Поднимаются вопросы о синхронизации данных, выборе и испытании оборудования. Требуют внимания сложность и длительность подготовки персонала, оборудования помещений и многие сопутствующие аспекты.

В результате, внедрение на предприятии даже отдельной САПР представляет собой весьма сложную задачу, требующую решения целого комплекса проблем начиная с финансовых и заканчивая общеобразовательными.

Именно поэтому внедрение подобных автоматизированных систем приходится начинать с анализа текущего состояния предприятии. Это можно сделать либо собственными силами, либо привлечь для работы профессиональную организацию-консультанта в области САПР. Мероприятие по внедрению САПР можно разделить на несколько основных этапов.

Первое — описание структуры проектных отделов, круг решаемых задач и штат специалистов.

Второе — определение уровня подготовки (квалификации) работающего на предприятии персонала.

Третье — анализ имеющегося ПО используемого на каждой рабочей станции, включая операционную систему СУБД САПР. Данное мероприятие, необходимы для учёта совместимости версий внедряемой САПР, операционной системы и баз данных.

Четвертое — определение потребностей в сопутствующей периферийной технике. Масштаб вопросов, входящих в этот раздел требует вывести в отдельный пункт. Правильно подобранное периферийное оборудование существенно расширяет возможности современных систем САПР (широкоформатные принтеры, сканеры, станки ЧПУ, 3D принтеры, и т.д.), но также может составить немалую долю расходов предприятия.

По результатам этого этапа составляется спецификация на аппаратное обеспечение.

Таким образом уделяя должное внимание вышеперечисленным разделам и проработав более подробно каждый из них, можно повысить возможности предприятия и одновременно оптимизировать затраты по внедрении САПР.

Список литературы:

1. Берлинер Э. М., САПР в машиностроении / Э.М. Берлинер, О.В. Таратынов. — М.: Форум, 2011. — 448 с.
2. Гольдберг, О. Д. Инженерное проектирование и САПР электрических машин / О.Д. Гольдберг, И.С. Свириденко. — М.: Academia, 2008. — 560 с.

Основные типы сетевых атак и методы защиты

Артемов Н.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Брехов О.М.
МАИ, Москва
nik-ki_as@mail.ru

В век информационных технологий персональные компьютеры(ПК), планшеты, ноутбуки, смартфоны, смарт-часы, умные дома передают терабайты данных через интернет соединение. Существует опасность утечки личных данных (фотографий, паролей, переписки), получения доступа к конфиденциальным данным третьих лиц. В связи с этим возрастает необходимость обеспечение информационной безопасности.

В настоящие время в свободном доступе существует специализированное программное обеспечение для смартфонов и ПК, такие как Kali Linux с nmap, Wireshark, Aircrack-ng, предназначенное для проведения тестов на безопасность. Но злоумышленники используют их или их аналоги для DDoS атак, IP-спуфинга и получения несанкционированного доступа к данным.

В отчёте центра мониторинга информационной безопасности зафиксировано 112 млн. нарушений политики информационной безопасности. Из них успешные 434 инцидента из которых DDoS — 18, подбор паролей — 64, вредоносное ПО — 179.

Целью данной работы является осветить основные типы сетевых атак, рассказать принципы их действия, причины уязвимостей сетей и дать рекомендации по обеспечению информационной безопасности домашних сетей.

Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

1. Изучение основных типов сетевых атак;
2. Проведены сетевые тесты на безопасность с помощью планшета и смартфона под операционной системой Kali Linux для получения данных пользователя, нарушения работоспособности сети, получения несанкционированного доступа к устройствам.
3. Изучение основных методы защиты интернет соединений от сетевых атак;

В ходе экспериментальной работы был получен несанкционированный доступ к роутеру, к данным пользователей сети, получилось произвести IP-спуфинг. DDoS атака не обвенчалась успехом.

Полученные результаты в ходе проведения тестов на безопасность с использованием специального ПО демонстрирует уязвимость интернет соединения.

Применение технологии Docker и средства управления Docker-приложениями

Афанасьева Ж.О.
МАИ, Москва
afn.jeanne@gmail.com

Развертывание приложения в Docker-контейнеры является методом инкапсуляции приложения вместе с его зависимостями. Одним из наиболее распространенных способов контейнеризации является разделение приложения на микросервисы, то есть разделение программной системы на независимые компоненты, которые взаимодействуют друг с другом через сеть. Таким образом становится возможным горизонтальное масштабирование, удовлетворяющее рост потребностей информационной системы добавлением новых серверов и распределением нагрузки между ними. [1] Платформа Docker является самым эффективным способом реализации микросервисной архитектуры, так как она позволяет быстро реагировать на требуемые изменения при использовании минимума ресурсов. Все вышесказанное приводит к такому типу распределенных приложений, в которых Docker-контейнеры автоматически запускаются и останавливаются в зависимости от различных факторов, таких как пользовательский трафик, события, запросы и запланированные задачи.

[2] Также следует выделить такие особенности Docker-контейнеров как изолированность и переносимость, связанное с тем, что docker-контейнер не зависит от ресурсов или архитектуры хоста, на котором он работает. [3] Набор инструментов Docker включает в себя движок для управления контейнерами, многоуровневую файловую систему и публично размещённый реестр образов различных распространенных приложений. Основными элементами Docker-контейнера являются сервер контейнеров Docker-демон, интерфейс взаимодействия Docker-клиент, файл с зависимостями и конфигурацией контейнера Docker-образ, описание правил по сборке образа Docker-файл, исполняемый пакет программного обеспечения Docker-контейнер, а также тома и реестры. Все компоненты, необходимые для запуска приложения, упаковываются как один образ и могут быть использованы повторно. [4] Таким образом, можно сказать, что развертывание приложения в Docker-контейнеры является новым эффективным методом разработки программного обеспечения, которое может применяться во множестве областей за счет функционала, который обеспечивает его организация. Также следует отметить, что средство Docker является простым в освоении, а программное обеспечение совместимо со всеми версиями операционных систем.

Список литературы:

1. Эдриен Моуэт Использование Docker. — O'Reilly Media, 2017 г.

2. Терских М.Г. Технологии изоляции приложений и инструментальные средства для управления контейнерами // Теория и практика современной науки. — Саратов: Изд-во ООО "Институт управления и социально-экономического развития", 2017 г.

3. Нанян С.М., Ничушкина Т.Н. Виртуальные контейнеры Docker: назначение и особенности применения // Инженерный вестник. — Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015 г. // Теория и практика современной науки.

4. Сейерс Э. Х., Милл А. Docker на практике. — Manning Publishing, 2019 г.

Тестирование веб-сервисов Siebel

Башкатов В.П.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Лукин В.Н.
МАИ, Москва
viktor.bashkatov.dragonslayer@gmail.com

При тестировании проектов, использующих Oracle Siebel CRM, часто возникает необходимость тестировать веб-сервисы. Этот процесс можно быстро освоить, но по нему отсутствуют какие-либо руководства, потому человеку, впервые сталкивающемуся с этой задачей, приходится обращаться за помощью к коллегам. Цель этой статьи — предоставить начинающему тестировщику материал, который даст как теоретические знания, так и практические советы по тестированию веб-сервисов Siebel.

Тестирование основывается на понимании — без знания ожидаемого результата процесс не имеет смысла. Логику работы веб-сервиса нужно изучить по тикету на его создание. Из указанных проверок станут ясны предусловия. Если же не удалось понять логику какой-либо проверки или ускользает смысл тестируемого как части бизнес-процесса — необходимо обратиться к аналитику. Нужно помнить, что работа ведётся над целостным продуктом, с помощью которого конечный пользователь будет достигать свои цели. Получит ли он то, что ждёт? Достижим ли ожидаемый результат в принципе? Ошибки могут быть не только в реализации, но и в постановке задачи, потому нельзя подавлять сомнения верой в непогрешимость написанного в тикете.

Чек-лист должен включать в себя понятные сценарии, описания ожидаемого и фактического результатов, а также тестовые данные. По нему должно быть понятно, какие части тикета протестированы и с каким результатом. Грамотно составленный чек-лист упростит работу как при первоначальном тестировании задачи, так и при регрессе.

Нужно создать папку, в которой будет храниться проект с тестируемым сервисом. Советую включать в название папки номер тикета и название сервиса, например, «1001 INT1» или «1001 GetInfo». В созданную папку выгружаем WSDL с описанием сервиса. Для этого в

Siebel переходим в «Администрирование — Веб-сервисы –> Веб-сервисы для входящих» и выполняем поиск по названию на апплете «Порты обслуживания». Созданный файл называем именем сервиса, например, «INT1.wsdl» или «GetInfo.wsdl». Открываем SoapUI, создаём новый SOAP-проект, импортируем ранее выгруженный WSDL-файл и видим, как на левой панели появился проект, а в нём — нужный сервис. Клик правой кнопкой мыши по названию проекта вызовет меню, в котором следует выбрать сохранение и указать ранее созданную директорию.

При создании нового SOAP-проекта по умолчанию стоит галка «Create sample requests for all operations». Раскрыв объявление сервиса в проекте, увидим запрос-пример. Откроем его двойным левом кликом и изучим.

Открывшееся окно содержит кнопки управления запросом, адресную строку, область запроса и область ответа.

В адресной строке следует указать, куда будет отправляться запрос — эту информацию следует получить у коллег или взять из уже существующих проектов.

Область запроса заполнена XML-документом, состоящим из заголовка (Header) и тела (Body). В заголовок помещается информация о безопасности — токен, имя технического пользователя и его пароль. Вызов сервиса с неверными параметрами заголовка завершится неудачей. Тело содержит объявления всех тегов сервиса. Чтобы запрос отработал корректно, необходимо заполнить теги согласно техническому заданию.

Область ответа будет заполнена XML-документом после вызова запроса. Ожидается, что ответ придёт в формате, указанном в постановке задачи.

В процессе тестирования необходимо проверить:

1. Корректность настройки точки интеграции — она должна быть доступна только для ролей, указанных в тикете.
2. Корректность структуры сервиса — запрос и ответ должны соответствовать постановке задачи: теги правильно называются, отправляются и возвращаются.
3. Все проверки отрабатывают. Следует обратить внимание на теги, обязательность которых зависит от других значений.
4. Сервис выполняет свою функцию как часть бизнес-процесса. Если от результата работы зависит другой сервис, то нужно убедиться, что передаются все необходимые ему теги.

В процессе интеграционного тестирования сервис будет вызываться на стороне той системы, которая должна его инициировать по бизнес-процессу. В случае возникновения ошибок на данном этапе нужно оперативно определить их причину. Они могут возникнуть из-за ошибочных данных (проконсультировать коллег), проблем с доступом (разработчик со стороны смежной системы должен проверить доступность машины, на которую идёт обращение), ошибки на стороне CRM (воспроизвести сценарий локально и направить сервис на доработку), ошибки на стороне смежной системы (оповестить коллег), ошибки в логике процесса. Последнее неприятно тем, что при сквозном процессе сервисы вызываются друг за другом, и процесс завершается с ошибкой, но при интеграционном тестировании каждого сервиса по отдельности ошибок нет. Данная ситуация возникает из-за того, что на некотором этапе сервис не получает все нужные значения, потому передаёт некорректный запрос. Это можно выявить, проанализировав логи запросов и ответов всех сервисов, участвующих в процессе.

Автоматизированные системы управления для Smart Grid – стратегии развития и проблемы внедрения

Биюсов И.Р.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Юдин А.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
STUG-4@yandex.ru

В настоящее время большинство генерирующих мощностей используют для работы ископаемое топливо, а существующие системы передачи и распределения электроэнергии имеют недостаточную эффективность. Назрела необходимость пересмотреть базовые принципы построения систем энергоснабжения.

На сегодняшний день, перспективной альтернативой существующей архитектуре, является концепция «умных» энергосетей или Smart Grid. В рамках концепции предполагается отказ от однозначного разделения на потребителей и поставщиков, т. е. каждый элемент «умной» сети является, как потребителем, так и производителем. Элементами сети могут быть как целые города, так и административно-жилые комплексы и даже отдельные домохозяйства.

Вторым не менее важным аспектом является децентрализованный подход — переход от крупных производителей энергии в пользу множества локальных источников, что в случае аварии позволяет избежать крупных последствий, а также способствует более быстрому восстановлению энергоснабжения потребителей. В связи с современными требованиями к «нулевым выбросам», эти источники предполагаются возобновляемыми. Таким образом, источником электроэнергии может стать даже отдельно взятое домохозяйство, имеющее собственный источник энергии и включенное в «умную» энергосеть.

Ключевой особенностью «умных» сетей является наличие автоматизированной системы управления, надежно защищенной от внешнего несанкционированного воздействия, обеспечивающей как рациональное распределение всего объема произведенной электроэнергии между потребителями, так и своевременное реагирование на внештатные ситуации.

В её состав входят все элементы классического, замкнутого контура управления:

1) Разветвленная система интеллектуальных периферийных датчиков обратной связи, позволяющих в режиме реального времени собирать весь необходимый объем информации о состоянии энергосистемы;

2) Интеллектуальная система управления, например, на основе мультиагентного принципа или нейронной сети, занимающаяся обработкой поступающих данных от датчиков и принимающая решения о необходимых регулирующих воздействиях, для обеспечения потребителей электроэнергией требуемого качества;

3) Исполнительные механизмы, позволяющие гибко подстраиваться под нужды потребителей, путем изменения топологии сети.

В различных странах мира существуют поэтапные программы развития «умных» энергосетей, включающие в себя на начальном этапе внедрение интеллектуальных счетчиков, двустороннего обмена информацией, микрогенерирующих мощностей и «виртуальных» электростанций. В Японии существует программа применения технологий Smart Grid для интеграции солнечной энергетики в общую энергосистему страны. В Европе разработан стандарт SAREF, предусматривающий разработку единого языка взаимодействия интеллектуальных устройств. Кроме того, между Россией и ЕС принята Дорожная карта энергетического сотрудничества до 2050 года, предусматривающая совместные научно-исследовательские и опытно-конструкторские проекты по энергоэффективности.

В России конкретным примером использования технологий Smart Grid является проект «Цифровой район электросети» по автоматизации систем энергоснабжения, внедряемый в ряде регионов, позволивший в несколько раз повысить надежность, в два раза снизить потери и сократить среднее время восстановления электроснабжения с четырех до одного часа. В Европе работают компании — операторы виртуальных электростанций (Next Kraftwerke, Eneco, Vattenfall и другие), занимающиеся автоматизированным, интеллектуальным

распределением энергии от децентрализованных источников, в том числе и альтернативных, а корпорации Siemens и Bosch разрабатывают для них программное обеспечение. Кроме того, компания E.ON представила проект виртуального хранилища энергии E.ON SolarCloud.

На данном этапе развития существует ряд проблем, требующих решения. Во-первых, не сформулированы единые требования к построению «умных» энергосетей. Во-вторых, проблема хранения неиспользованной электроэнергии. В-третьих, сложности с полным переходом на альтернативные источники энергии, в связи с их зависимостью от природных и климатических условий. Также необходимо создать высокоскоростные, надежные и защищенные каналы передачи данных. Обеспечить достаточные вычислительные мощности для обработки большого объема непрерывно поступающей информации. Разработать эффективные самообучающиеся алгоритмы управления, способные функционировать в условиях динамически меняющихся различных факторов, а также прогнозировать развитие процессов для предотвращения аварийных и предаварийных ситуаций. При разработке методов управления необходимо учитывать возможность функционирования, как в отдельном домохозяйстве, так и в масштабе целого города, региона или страны, то есть обязательным условием является масштабируемость системы.

В случае решения вышеперечисленных проблем, концепция Smart Grid представляется наиболее оптимальной и перспективной для построения будущих систем энергоснабжения.

Использование Грид-технологий для распределённой обработки изображений и видео

Болотин Е.В.
Научный руководитель — к.т.н. Сизов П.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
abcxyz@airmail.cc

Изначально Грид-технология (Grid Computing) предназначалась для решения сложных научных, производственных и инженерных задач, которые невозможно решить в разумные сроки на отдельных вычислительных установках [1]. Однако теперь, когда количество медиаконтента возросло и практически каждое устройство имеет выход в Интернет, область применения Грид можно не ограничивать только этими расчетами. Таким образом, технологию можно попытаться приспособить в качестве универсальной инфраструктуры для обработки медиаданных, в которой функционирует множество служб (Grid Services), не только решающих конкретные прикладные задачи, но и предлагающих сервисные услуги: рендеринг, конвертирование, хранение и доставка данных.

Организация параллельного выполнения кода на нескольких процессорах — это очень эффективное средство повышения производительности компьютерных систем. Технология Грид дает возможность объединять вычислительные мощности многих компьютерных систем для решения поставленных задач, которые невозможно просчитать на отдельных компьютерах в разумные сроки [2].

Для рассмотренной задачи был написан программный код, в котором реализуются алгоритмы Грид, но уже адаптированные для обработки медиаконтента.

Для проверки работоспособности разрабатываемого проекта были сконфигурированы одноплатные компьютеры Xunlong Orange Pi Zero на базе процессора Allwinner H2+ и Xunlong Orange Pi One, базирующихся на процессорах Allwinner H3.

Тестовой задачей стало перекодирование видеоматериала продолжительностью 3 мин. 41 сек., который занимает 384 Мб дискового пространства, с целью уменьшить объем файла путем уменьшения битрейта видеопотока.

В результате тестирования было достигнуто уменьшение времени обработки тестового файла на 28 % при использовании второго компьютера и на 63 % при использовании четырех компьютеров одновременно. При этом системе достаточную часть времени приходилось тратить на синхронизацию задач и файлов между компьютерами.

В настоящее время продолжаются работы по адаптации и оптимизации технологии, чтобы позволить обрабатывать множество медиаданных через централизованную сеть независимых компьютеров, а также дать возможность предоставлять вычислительные ресурсы для участия в коллективной обработке данных.

Список литературы:

1. Грид [Электронный ресурс] URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Грид (дата обращения 19.11.2019).

2. Распределенные вычисления [Электронный ресурс] URL: http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/959/76959/58107?p_page=11 (дата обращения 23.11.2019).

3. Введение в грид-технологии [Электронный ресурс] URL: http://egee.pnpi.nw.ru/doc/pp-832.pdf (дата обращения 23.11.2019).

Программные средства защиты и восстановления данных

Борзов Н.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Вышков Ю.Д.
МАИ, Москва
borzov-nikita@mail.ru

На сегодняшний день очень актуальна проблема защиты и восстановления информации, находящееся у нас на устройстве. Существует несколько проблем потери информации. Удаление информации (случайное ил под действием вирусов), механическое повреждение, намеренное удаление для сокрытия информации и взлом. Практически во всех случаях существуют способы вернуть потерянную информацию [1].

Если в случае взлома, для того что бы вернуть информацию потребуются немалые способности в сфере взлома и защиты от него, то в остальных случаях возможно использование стандартных утилит Windows или же специальных программ.

Существует большое количество специальных программ для восстановления данных после случайного удаления или механического повреждения (извлечения всех доступных после повреждения файлов). Однако одни из них не корректно работают, в других не весь функционал может быть доступен или же они вовсе требуют оплаты [3].

Поэтому была предложена идея разработки доступной программы для любых пользователей, способная найти, отобразить свойства и восстановить поверженный или удаленный файл. Для этого были выбраны две платформы для разработки соответствующего программного обеспечения это UWP и WPF.

UWP — это передовая платформа для приложений и игр, предназначенных для Windows. Это платформа с широкими возможностями настройки, которая использует разметку XAML для отделения пользовательского интерфейса от кода [2].

WPF — это общепризнанная платформа для управляемых приложений для Windows с доступом ко всем компонентам платформы.NET Core или полной платформы.NET Framework. Она также использует разметку XAML для отделения пользовательского интерфейса от кода [2].

В ходе работы над программой были учтены все возможные недостатки. Разработан удобный интерфейс, позволяющий ориентироваться в программе даже начинающему пользователю. Обеспечена возможность предпросмотра файлов (фото или видео). Добавлена возможность создания резервной копии и налажена связь с соответствующей утилитой Windows для предупреждения потерь данных в будущем.

Анализ алгоритмов управления очередями для улучшения информационного взаимодействия методом сетевого кодирования

Бритвин Н.В.
Научный руководитель — к.т.н. Карпухин Е.О.
МАИ, Москва
britvin.nickita@yandex.ru

Стремительное развитие мобильных устройств (здесь и далее будем понимать любые смарт устройства малых габаритов, способных осуществить подключение к телекоммуникационной сети) и наращивание темпов их производства приводит к транспортному коллапсу в телекоммуникационной сети. Уменьшение форм-фактора таких устройств задает новый тренд их производства, нацеленный на беспроводной доступ к всемирной сети. В связи с чем уже наблюдается проблема с частотным диапазоном, что в свою очередь негативно сказывается на информационном взаимодействии. Устройств так много, что на одном и том же канале стандарта 802.11xx работает их большое количество.

Помимо вышесказанного, стек протоколов TCP/IP, как и большинство стандартов и алгоритмов передачи и формирования пакетов, были нацелены на проводной сегмент, который, в свою очередь, лишен недостатков беспроводного сегмента. В данной статье речь пойдет об алгоритмах Active Queue Management (AQM) для управления переполнением очередей маршрутизаторов. В частности, о двух самых распространенных — Random early detection (RED) и Tail drop. В качестве поля для исследования предлагается рассмотреть беспроводные децентрализованные самоорганизующиеся сети MANET (Mobile ad hoc Network).

Большинство устройств MANET используют алгоритм управления очередью Tail drop, в которой пакеты принимаются до тех пор, пока очередь не заполнится, и начинает отбрасывать их, когда размер очереди достигнет максимального уровня. Если буфер будет постоянно заполнен, то сеть окажется перегружена. Повторная передача отброшенных пакетов требует дополнительных ресурсов (расход заряда батареи устройства и пропускную способность канала). В случае множественных коротких TCP сессий в сети наступает перегрузка, а также может произойти так называемая «Глобальная TCP-синхронизация». На основе вышесказанного можно сделать вывод, что Tail drop нерационально использует пространство памяти маршрутизатора.

Алгоритм RED же в зависимости от наполненности очереди отбрасывает пакеты, основываясь на статистической вероятности. Если буфер заполнен меньше определенного порога, то все пакеты пропускаются в обычном режиме. Когда очередь начинает заполняться, вероятность отбрасывания пакетов также повышается. Когда наполненность очереди превышает определенный максимальный порог, вероятность отбрасывания пакета становится равной единице и все входящие пакеты отбрасываются.

Тем не менее, использование алгоритма RED не избавляет от необходимости повторной передачи пакетов, а лишь снижает нагрузку на сеть. Предполагаемое решение данной проблемы состоит в использовании метода сетевого кодирования, который скрывает факт потерянных пакетов от TCP. Такая связка позволит более эффективно использовать ресурсы сети и устройств, а также сведет к минимуму вероятность повторной передачи пакетов.

Метод сетевого кодирования (NC) основывается на формировании системы линейно независимых уравнений, где в роли неизвестных переменных выступают потерянные сетевые пакеты. Производится подсчет сумм по каждой строке, после чего становится возможным, в случае потери, однозначно восстановить утраченную информацию. Метод сетевого кодирования доказал свою эффективность при его моделировании. При взаимодействии с алгоритмом RED метод сетевого кодирования будет поддерживать заполненность буфера в оптимальном состоянии.

Таким образом не будет возникать состояния перегруженности сети. Характеристики информационного взаимодействия будут оставаться в нормальном состоянии или улучшаться. Для моделирования данного процесса предлагается использовать среду

MATLAB, задействовать алгоритм кодирования и декодирования сетевого кода и сымитировать работу буфера при использовании алгоритма управления очередью RED. Планируется получить результаты и построить зависимости воздействия кодовой последовательности пакетов на перегрузки в телекоммуникационных системах и сетях в условиях ограниченной пропускной способности и времени обработки пакета.

Интегрирование метода сетевого кодирования вместе с алгоритмом RED представляет интерес для будущих исследований. Потенциальные возможности такой интеграции могут качественно сказаться на информационном взаимодействии множества беспроводных устройств. Дальнейшие разработки будут направленны на создание модели такого взаимодействия и апробации теоретических результатов. В дальнейшем будут получены количественные результаты работоспособности этих алгоритмов.

Разработка информационной системы для формирования планов по подразделениям и конструкторским бюро

Брюханова А.К.
МАИ, Москва
anya_anya127@mail.ru

Существует много причин перевода бумажной информации в электронную форму, так как более быстрая обработка данных и надежное их хранение позволяют упростить получение данных за более короткий промежуток времени, а также удобство введения информации.

Разработка автоматизированной системы, которая помогла бы сотрудникам вносить определенный набор данных, необходимых для правильного формирования планов по подразделениям и производственным заказам в конструкторских бюро российской самолётостроительной корпорации, которая является заказчиком данной системы, заметно облегчила бы работу сотрудников всех вовлеченных отделов [1].

Создание автоматизированной системы для заказчика с использованием языка программирования Java и системы управления базами данных Oracle, позволит автоматизировать процессы: формирования годового и ежемесячных планов по подразделениям и производственным заказам на опытно-конструкторские, опытно-технологические и лётно-испытательные работы; ежедневных отчетов о выполненных работах инженерно-техническими работниками; формирования годовых и ежемесячных планов на следующий период с учетом выполненных работ в текущем; формирования отчетов; ведения справочной информации о работниках и заказах; формирования архива данных, что в свою очередь позволит частично отказаться от бумажных носителей в пользу электронных. Это, в свою очередь, сократит время создания рабочей и технической документации, её согласования и упростит работу предприятия [2].

Информационная система автоматизирует процесс ввода трудоёмкости по заказам: фамилию, имя и отчество работника; шифр производственного заказа; часы и минуты, затраченные работником на данный заказ. Ввод информации по отработанным заказам производится ежемесячно, также у каждого сотрудника не ограничено число заказов. Также по этим данным готовится ежемесячная отчетность в плановый отдел корпорации.

На сегодняшний день каждая организация, ориентированная на производство и торговлю продукцией, нуждается в удобной и функциональной программе для работы с собственной базой данных. В условиях использования современных информационных технологий — это необходимый фактор существования, позволяющий конкурировать как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

Список литературы:

1. Пирогов В.Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование: Учебное пособие — СПб.: БХВ-Петербург, 2016. — С. 190- 201.

2. Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология научного исследования; Либроком — Москва, 2017. — С. 111 — 125с.

Интеллектуальная диагностика конструктивно-функциональных модулей бортовых цифровых вычислительных систем в концепции интегрированной модульной авионики

Букирёв А.С., Савченко А.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Савченко А.Ю.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
bukirev@inbox.ru

Современное состояние, а также скоротечно воплощающиеся в инженерно-технические решения перспективы развития современной интегрированной модульной авионики (ИМА) бортовых авиационных комплексов (БАК), а в частности систем диагностики комплекса бортового оборудования в целом и его отдельных элементов, являющихся узловыми и основополагающими, подразумевает применение совершенно новых, отличных от классических методов определения текущего технического состояния сложных систем в условиях функциональной информационной избыточности.

Функциональная информационная избыточность комплекса бортового оборудования — совокупность сетевых, аппаратно-программных средств приема, обработки, переключения, инициализации, распределения и передачи информационных сигналов (кодов, сообщений) функциональных систем и вычислителей (конструктивно-функциональных модулей (КФМ), узлов их поддержки) различных уровней иерархии, сверх минимально необходимых для выполнения алгоритмов и решения задач по предназначению, интегрированных в общий системный конструктив, и имеющих цель обеспечения повышения безотказности и бессбойности элементов комплекса бортового оборудования летательных аппаратов в целом.

Предлагается решать задачу диагностики технического состояния конструктивно-функциональных модулей бортовых цифровых вычислительных систем (БЦВС) комплекса бортового оборудования (КБО) на основе алгоритмов искусственных нейронных сетей, а именно, интеллектуальной диагностической системы (ИДС), имеющей возможность выполнять как функции диагностики технического состояния КФМ БЦВС различных уровней иерархии (нижний, средний и верхние уровни), так и функции работы в режиме имитации обработки информации отказавшего кагала КФМ (канала, в котором возник сбой обработки).

Предложенный подход к построению системы диагностики технического состояния КФМ комплекса бортового оборудования воздушного судна на основе интеллектуальных информационных технологий реализуется в первую очередь с целью обеспечения безопасности полётов и основывается на интересах решения задачи автоматического построения диагностической модели канала обработки информации КФМ за счет применения алгоритмов отслеживания стационарных (нестационарных) функциональных зависимостей (временных рядов), а также за счет подсистемы аппроксимации функциональных зависимостей с автоматическим построением двусторонних допусков функциональных зависимостей на исправное состояние, предотказное состояние и состояние отказа. В свою очередь, важной особенностью реализации и применения интеллектуальной диагностической системы является возможность функционирования (обучения) и выполнения задачи по предназначению (диагностика технического состояния) в режиме реального масштаба времени. Процесс обучения интеллектуальной диагностической системы может осуществляться двумя основными способами: обучение с учителем (является наиболее актуальным в процессе испытания объекта авиационной техники на надежность), а также обучение без учителя (является полностью автономным способом, наиболее актуальным в процессе испытаний БЦВС).

Список литературы:

1. Медведев, В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. — Москва: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. — 630 с.

Разработка проекта интеграции данных для системы контроля дорожных фондов

Булычев Д.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кондрашов Ю.Н.
МАИ, Москва
wwwzzz.10@yandex.ru

Распространенной проблемой, с которой сталкиваются организации, является сбор данных из нескольких источников в нескольких форматах и перемещение их в единую базу данных. Тип данных в целевой и исходной средах может отличаться, также, как и формат. С помощью системы интеграции предоставляется возможность фильтровать данные, т.к. информации может быть слишком иного, или она может отсутствовать, так же есть возможность реализовать обратную связь с исходными системами (логирование) [1].

В данной работе идет речь о реализации процессов извлечения, преобразования и загрузки данных в систему. Были решены следующие задачи: проанализировать источники и исходную информацию; разработать алгоритмы извлечения, отчистки и загрузки данных в систему (в очистку входит дополнение информации при недостатке и вычленение нужной информации при избытке); реализовать компонент системы интеграции данных.

Для решения вышеприведенных задач в данной работе были выполнены: анализ источники информации и исходных данных, разработан модуль интеграции, который осуществляет загрузку данных из внешнего источника, разбор данных, необходимые преобразования и сохранение в промежуточные таблицы. Модуль был успешно внедрен в существующую систему и производит загрузку информации с периодичностью один раз в сутки.

В основе процесса интеграции лежит алгоритм загрузки и преобразования данных, который реализован с помощью программного обеспечения Pentaho Data Integration. PDI является тем инструментом, который подходит для реализации автоматической загрузки информации в базу данных. Открытый исходный код позволит использовать данное программное обеспечение и дорабатывать его при необходимости.

Таким образом был реализован компонент интеграции, для которого потребовалось проанализировать источники информации в формате шаблон-форм и реализовать компоненты извлечения, преобразования, и загрузки информации в БД. Подобный компонент позволяет загружать и обновлять несколько тысяч сущностей, связей и десятки тысяч атрибутов ежедневно, занимает этот процесс около двух часов. Для примера, чтобы такой объем данных создать руками, потребуется в десятки раз больше времени. Реализованный проект позволяет не беспокоиться за качество и корректность данных, которые загружаются в БД после всех преобразований.

Список литературы:

1. Морозова О.А. Интеграция корпоративных информационных систем. — М.: Финансовый университет, 2014. — 140 с.

Использование OLAP технологии для анализа процессов логистики

Вавилова Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кондрашов Ю.Н.
МАИ, Москва
elena_vavilova.v@mail.ru

Логистические системы предназначены для комплексной автоматизации учётных задач предприятия. В едином информационном пространстве поддерживаются задачи для подавляющего большинства операций и бизнес-процессов. Такие системы характеризуется сложной функциональностью и состоят из нескольких модулей, каждый из которых решает определенный круг задач. Модуль управления материальными потоками находится в начале логистической цепочки, так как стабильность предприятия зависит от вопросов

организованности движения товарно-материальных ценностей. Необходимо отметить, что информация о составе, стоимости, движении материалов, используемых в производстве важна для принятия оптимальных управленческих решений.

Данные накопленные в модулях представляют собой ценный ресурс, так как могут быть использованы для поддержки принятия решений. Но транзакционные системы, используемые для операционной обработки, изначально не соответствует задачам аналитики, поэтому появилась потребность в технологиях, ориентированных на аналитическую деятельность.

К таким технологиям относится оперативная аналитическая обработка (online analytical processing — OLAP). Она направлена на построение аналитических отчётов в различных разрезах и их визуализацию, а также мониторинг и прогнозирование ключевых показателей эффективности.

Если реляционные базы данных представляют данные в виде двумерной(плоской) модели, то технология OLAP базируется на специализированных OLAP-кубах, которые являются многомерной моделью данных. Многомерная модель позволяет агрегировать и дезагрегировать значения показателей по любому измерению, делать плоские срезы куба данных и поворачивать его нужной гранью, обеспечивая представление данных в соответствии с интересами аналитика. [1]

Технология OLAP неразрывно связана с хранилищем данных. Хранилище данных — это единый интегрированный источник данных, служащий основой для аналитической деятельности. Хранилище данных создается для того, чтобы при построении отчётов и OLAP-анализе не использовались ресурсы транзакционных системы и не нарушалась их рабочая стабильность.

В рамках доклада реализовано хранилище данных для OLAP- анализа в сфере логистики. Разработана структура хранилища данных, произведена интеграция данных из OLTP- систем. После этого произведено развёртывание OLAP-кубов, для аналитической работы с которым используется программа Microsoft Excel. Результатом работы является получение эффективного, мощного и понятного инструмента для анализа логистической деятельности, которое позволяет значительно упростить и ускорить процесс работы с аналитическими данными за рамками ограничений, которые возникают при использовании OLTP-систем, основанных на реляционных базах данных.

Список литературы:

1. Кондрашов, Ю.Н. Анализ данных и машинное обучение на платформе MS SQL Server: учебное пособие. — Москва: Русайнс, 2019. — 303 с.

Алгоритмы оценки надежности программного обеспечения

Герцева Е.А.
Научный руководитель — Максимов Н.А.
НИТУ МИСиС, Москва
ek.gertzeva@yandex.ru

Под надежностью программного обеспечения подразумевается способность программного продукта или его отдельного компонента выполнять требуемые от него функции при заранее заданных условиях в течение определенного периода времени с достаточно большой вероятностью. Из этого определения следует вывод о том, что надежность является внутренним свойством системы, которое закладывается ещё на этапе проектирования и изготовления системы, а проявляет себя в процессе эксплуатации разработанного программного обеспечения.

Разработка более точных методов оценки надежности программных продуктов даст возможность точнее спрогнозировать поведение программного обеспечения во время его эксплуатации, а также производить измерения и давать оценку качества программного продукта, учитывая возникающие при разработке ошибки, а также количество и интенсивность отказов разрабатываемой системы. Это поможет избежать длительных

простоев при возникновении ошибок, так как позволит выявлять их большее количество на этапе оценки надежности и тестирования программного обеспечения.

Цель работы:

Разработка новой модели оценки параметров надежности программного обеспечения, основываясь на ранее придуманных алгоритмах.

Задачи, поставленные для достижения цели:

1. Изучить основные параметры надежности программного обеспечения, определение которых необходимо при оценке качества разрабатываемого программного продукта;
2. Изучить существующие алгоритмы (модели) оценки параметров надежности программного обеспечения, выявив их достоинства и недостатки;
3. На базе существующих моделей разработать новый алгоритм оценки надежности программного обеспечения;
4. Произвести тестирование разработанной модели;
5. Проанализировать достоинства и недостатки разработанной модели, основываясь на сравнении её с другими существующими моделями и полученными тестовыми данными.

Анализ преимуществ и недостатков применения видеоконференцсвязи на основании проведённого опроса

Грущенко П.С.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
barbosellord@mail.ru

Высокий темп развития информационных технологий оказывает большое влияние на все области человеческой деятельности. Не стал исключением и образовательный процесс, в котором в последние несколько лет всё сильнее проявляется тенденция отказа от "классической" формы проведения лекционных занятий. Они частично, а иногда и полностью, заменяются в прогрессивных учебных заведениях на удалённые занятия с применением видеоконференцсвязи. В ходе работы был проведён опрос 30 студентов, когда-либо обучавшихся с помощью видеоконференцсвязи, в ходе которого им предлагалось выделить основные достоинства и недостатки этой системы. После проведения опроса результаты были оценены и интерпретированы.

Начнём с преимуществ. Согласно проведённому опросу, первое, с чем ассоциируется удалённое обучение — стабильность, об этом заявило 66.6% респондентов. Необходимо пояснить: под стабильностью в данном случае подразумевается независимость от внешних факторов: погодных условий, проблем с самочувствием лектора (во всяком случае, не слишком серьёзных проблем) или обучающихся, либо проблем с транспортом. Обучающиеся всегда могут быть уверены в том, что занятие состоится в нужное время.

Сразу за стабильностью расположилась гибкость, о которой говорили 60%. Удалённое обучение зачастую подразумевает наличие некоторого "хранилища", в котором размещаются необходимые для обучения материалы, а также задания и записи уже прошедших занятий. Это позволяет в любой момент получить доступ к информации, что, в свою очередь, резко увеличивает её доступность.

Практически на одном уровне с гибкостью находится низкое количество потраченного времени. Отсутствие жёсткой привязки учебных материалов к физическим носителям (скажем, книгам) и отсутствие необходимости тратить время на дорогу резко уменьшает количество "сопутствующих потерь" времени, что позволяет усваивать значительно больший объём информации в те же сроки.

Что любопытно, опрашиваемые практически не говорили о недостатках использования видеоконференцсвязи. Единственным статистически значимым результатом (20% опрошенных) является возможность неполного или недостаточного контроля знаний по итогам прохождения курса. Впрочем, этот факт относится скорее к системе удалённого обучения в общем.

Подводя итог вышесказанному, стоит отметить следующее: удалённое обучение, безусловно, имеет ряд серьёзных преимуществ над привычной нам очной формой обучения. Тем не менее, саму систему видеоконференций обязательно должна дополнять эффективная система контроля знаний, иначе обучающиеся с недостаточным уровнем самодисциплины могут воспользоваться отсутствием жёсткого контроля со стороны преподавателя и не получить требуемого объёма знаний.

Математические методы очистки электроэнцефалографических сигналов от артефактов

Гунин М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Некрасова Ю.Ю.
МАИ, Москва
97years@mail.ru

Известно, что миогенная активность во время электроэнцефалографии (ЭЭГ) искажает истинные значения сигнала при любом исследовании ЭЭГ в частотной области.

Более того, электрические сигналы структур головного мозга являются низкоэнергетическими и их амплитуды, в норме, не превышают 100 мВ. Некоторые виды миогенный активностей можно выявить при визуальном анализе нативной электроэнцефалограммы и не учитывать их при формировании медицинского заключения.

Однако, субъективный фактор, который оказывает существенное влияние при выявлении миографических сигналов, способен давать случайную ошибку. Таким образом, необходима разработка математической модели для удаления артефактов, вызванные миогенной активностью.

В современной практике могут применяться такие способы обработки сигналов как:

Анализ независимых компонент — предполагает, что потенциалы, записанные с поверхности скальпа, являются составленной весовой суммой от источников потенциалов. Разделения „чистого” сигнала ЭЭГ и артефакты происходит благодаря расчету обратной матрицы весовых коэффициентов.

Фильтр Калмана — идея, заложенная в данном методе — это выбор „золотой” середины между значением сигналов с электрода и предсказанным значением. Реализация данного метода происходит путем присвоения весового коэффициента К — коэффициент Калмана, для значений сигнала электрода и К—1 для предсказанного значения. Коэффициент Калмана будет зависеть от шага итерации, которое выбирают из соображений максимального приближения предсказанного значения к истинному.

Вейвлет-преобразование — в отличие от преобразования Фурье, данный метод использует в качестве базиса конечную функцию — вейвлет (небольшие волны), которые представляют из себя различные оконные функции. Для миогенных артефактов данный метод имеет серьезные ограничения, которые необходимо учитывать.

Для исследования вышеупомянутых способов фильтрации сигналов проводился эксперимент с целью получения собственных данных. Эти данные подвергались обработке различными математическими моделями и сравнивалось качество полученных сигналов после обработки.

Однако, нет метода для обработки ЭЭГ сигналов, который бы позволял получить „чистую” электроэнцефалограмму. Таким образом, в настоящее время существует актуальная задача, по разработке метода высокой точности, для удаления электромиографических сигналов при обработке электроэнцефалографического сигнала.

Приложение для передачи данных с асимметричным шифрованием на мобильной платформе

Давыдов К.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Савилкин С.Б.
МАИ, Москва
voievali@mail.ru

Сейчас мобильные технологии стали неотъемлемой частью повседневной жизни. С их развитием нам стали доступны специализированные сервисы для мгновенного обмена сообщениями — мессенджеры, использующие для передачи данных сеть интернет. Кроме того, сейчас у пользователя есть возможность устанавливать мессенджеры как на мобильные устройства, так и на настольные компьютеры. Для организации безопасности используются различные методы шифрования, а также создание соединения между собеседниками без использования сервера провайдера.

В результате проведения исследования популярных мессенджеров были выявлены некоторые уязвимости в безопасности, позволяющие перехватывать и раскрывать конфиденциальные данные пользователей. Более того, в некоторых мессенджерах личные данные пользователей могут быть переданы третьим лицам без соответствующего подтверждения клиента.

Таким образом была поставлена задача разработать мессенджер, в котором будут устранены все обнаруженные недочеты безопасности, что позволит обеспечить высокий уровень конфиденциальности пользовательской переписки.

Для выбора инструментов разработки был проведен соответствующий обзор методов шифрования и установки подключения. На его основе были выбраны оптимальные решения, позволяющие в полной мере реализовать защищенную передачу сообщений между пользователями: использование асимметричного шифрования методом RSA, а также p2p подключение, обеспечивающее прямую пересылку сообщений между клиентами без кеширования на сторонних серверах.

Далее были обозначены требования к создаваемому проекту, а также наличие клиентской и серверной части приложения. Клиентская часть отвечает за создание, пересылку, а также шифровку и расшифровку пользовательских сообщений. Серверная часть реализует соединение между пользователями в случае, если они не знают непосредственных адресов друг друга. Это сделано для упрощения поиска людей и не является обязательным.

Разработка клиентской части будет вестись под мобильную платформу Android с использованием языков Java и C++. В качестве среды разработки будет использоваться Android Studio актуальной версии. Серверная часть будет разрабатываться как программный комплекс для платформы Windows на языке C# в среде разработки Visual Studio.

Данная разработка может использоваться в случае, если необходима полная конфиденциальность передачи данных. Например, в случае обсуждения корпоративных задач компании, надежно передавая зашифрованные данные. Основываясь на этом можно сказать, что данная работа является актуальной.

Разработка модифицированного метода биометрической аутентификации по геометрии лица пользователя

Дедела А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
arturdedela@gmail.com

Разграничение доступа к электронным носителям информации, является одной из самых важных задач в мире компьютерных технологий. Все больше и больше технических средств обработки и передачи данных проникают в различные сферы жизни общества, что постоянно усугубляет проблему защиты информации от несанкционированного доступа.

Для того, чтобы компьютеры имели возможность отличать одного пользователя от другого необходим механизм аутентификации. Аутентификация является одной из самых важных тем в сфере информационной безопасности и является основой безопасности любой системы, которая заключается в проверке подлинности данных о пользователе сервером. Организация процесса аутентификации, задача комплексная, направленная на обеспечение защиты данных пользователей, реализуемая внедрением системы протоколов. Специалисты в области информационной безопасности с каждым годом пытаются усовершенствовать уже существующие методы аутентификации, а также изобрести новые, более безопасные, быстрые и удобные для пользователя. Наиболее популярными, обеспечивающие надлежащую безопасность и удобство на данный момент являются следующие методы:

Аутентификация по паролю

Аутентификация по одноразовому паролю из SMS

Аутентификация с помощью цифрового сертификата

Аутентификация по биометрическим данным (отпечаток пальца, сетчатка глаза, геометрия лица)

Темой работы является анализ метода биометрической аутентификации по геометрии лица пользователя. Главной целью является определение степени надежности и безопасности данного метода, поиск уязвимостей и возможных вариантов их устранения. Также предложено программное решение для защиты информации с применением этого метода.

Для разработки приложения был выбран язык программирования JavaScript и платформа Node.js. Главный функционал приложения разработан на базе библиотеки face-api.js. Выбранная библиотека разработана на базе популярной библиотеки для машинного обучения TensorFlow от Google, и имеет высокие показатели точности предсказаний, а также содержит все необходимые методы, такие как распознавание лиц и эмоций. Для быстрого развертывания веб-сервера, который будет предоставлять необходимое API, используется веб-фреймворк Express.js. В веб-приложении реализован метод аутентификации по лицу, с дополнительным запросом от пользователя случайной эмоции. Таким образом, у злоумышленников не получиться завладеть защищенной информацией, если человек спит или без сознания, а также исключается вероятность несанкционированного доступа по статичному изображению лица человека.

В результате разработана достаточно безопасная система аутентификации пользователя, которая устраняет сразу несколько уязвимостей обычной аутентификации по геометрии лица человека.

Список литературы:

1. Кухарев, Г. А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека / Г. А. Кухарев — Санкт-Петербург: Политехника, 2001.

2. Смит, Р. Э. Аутентификация: от паролей до открытых ключей / Р. Э. Смит. — М: Вильямс, 2002.

3. Документация Express.js. Expressjs.com [сайт] URL: https://expressjs.com/ru/4x/api.html

Перспективы внедрения систем электронного документооборота

Дрягина Д.О.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.

МАИ, Москва

sunny.dryagina@mail.ru

Переход к электронным данным, а также возможность ими управлять посредством систем электронного документооборота (ЭДО) — основа цифровой трансформации бизнеса в рамках цифровой экономики.

Система ЭДО помогает отслеживать движение документов, что снижает возможность потери документа. Повышается скорость протекания процессов по обработке документов, сокращается время на их копирование. Важным эффектом от внедрения систем ЭДО является общее повышение исполнительской дисциплины, обеспечение полного доступа к документам

и заданиям, а также возможность мониторинга загруженности персонала. К системе электронного документооборота предъявляются следующие требования:

- Масштабируемость
- Интегрируемость
- Модульность

При внедрении автоматизированной системы ЭДО появляется возможность эффективного управления данными, поскольку деятельность на всех уровнях организации является прозрачной. Также осуществляется возможность оценки деятельности и сбора статистики структурных единиц организации. Обеспечение непрерывного контроля за выполнением работ с документами значительно повышает качество и эффективность работы персонала, сокращает сроки подготовки документации, даёт возможность лучшего прогнозирования и управления данными. В то же время отпадает необходимость вручную работать с документами, отслеживать их перемещение внутри организации, что значительно уменьшает трудовые затраты.

Автоматизация документооборота дает возможность предприятию выполнять свои функции в едином информационном пространстве. Это реализуется с помощью актуальной базы данных и соответствующего технического обеспечения для поддержания работы системы в условиях непрерывной нагрузки. Все документы вводятся в базу один раз, после чего они доступны для других подсистем. Очень перспективным является реализация транзакции обмена электронным документом, как этапа бизнес-процесса его подготовки или согласования, что может быть очень полезно в договорном документообороте или выставлении счетов клиентам. Это предполагает очень тесную интеграцию ЭДО с ERP-системой.

Внедрение систем ЭДО обеспечивают следующие преимущества:

- Оптимизация бизнес-процессов;
- Увеличение эффективности обработки документов;
- Уменьшение потерь документов;
- Улучшение исполнительской дисциплины персонала;
- Работа в режиме многозадачности;
- Ускорение поиска документов

Защита программного продукта через его индивидуализацию на примере модели Голосовой почты

Думанский А.И., Федюк Ю.О.
Научный руководитель — доцент, Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва
Dum_A_I@inbox.ru

В настоящее время в любой точке мира каждый человек может столкнуться с проблемой, когда его информация, личные данные — фотографии, видеозаписи, переписка, переговоры с другими людьми могут подвергнуться взлому или утечке из-за перехвата, копирования конфиденциальных данных или через вскрытие программы, с помощью которой осуществлялась переписка или передавались личные файлы. Данный факт заставляет задуматься о возможных методах и способах защиты, прежде всего, программного продукта и самих данных, а также необходимости обеспечения доказательной базы факта присвоения этого программного продукта и данных. В связи с этим требуется детальная доработка законов в этой области и определение причин для привлечения к ответственности за совершение враждебных действий.

Для решения проблемы кражи программных средств и последующего установления факта использования злоумышленником чужих личных данных было предложено персонифицировать программу через изготовление уникального кода программы с закреплением содержания кода за персоной и фиксацией факта владения копией программы в специализированном депозитарии. Такую процедуру мы предлагаем назвать

индивидуализацией программы. Программу, полученную в соответствии с такой процедурой, назовем индивидуализированной программой. Под этим термином понимаются индивидуальные копии программного продукта, выдаваемые отдельно каждому пользователю. Индивидуализированные программы при этом сравниваются не по контрольной сумме или свертке, а проверяются побайтно. Обеспечение механизма юридического сопровождения указанной процедуры требует создания органа регистрации, органа отслеживания перемещения индивидуализированных программ и свода законодательных актов с определением наказаний за совершение неправомерных действий. Такое решение позволит физически доказывать факт присвоения чужого программного продукта и иметь гарантию неотвратимости наказания за противоправные действия в информационной сфере.

Указанные предложения моделируются на кафедре 319 МАИ под руководством Балакирева Н.Е. на специально созданном программном комплексе «Голосовая почта», в котором с использованием специального логико-лингвистического подхода [1] передаваемая информация сжимается с потерями и, фактически, может быть вскрыта только при знании алгоритма восстановления. Именно поэтому потребовалась защита от вскрытия не самих данных, а программы. Для этого применяются современные методы, в том числе использование анклавов [2]. Также предлагается общая модель критических точек утечки информации и, в связи с этим, множество организационных мер и программных методов усиления защиты информационного пространства.

Весь комплекс мер по защите информации и программных продуктов имеет самостоятельное значение, обеспечивая глубоко эшелонированную защиту информационного пространства от взлома, и дает возможность доказать факт присвоения программного продукта злоумышленником. Юридическая поддержка отрабатываемых механизмов и самих предложений даст гарантию неотвратимости наказания за противоправное действие.

Список литературы:

1. Балакирев Н. Е. Логико-лингвистический подход по распознаванию содержания физических волн / Материалы XV Международной конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии». (Воронеж, 12–13 февраля 2015 г.) — Воронеж. — Т. 1. — С. 31– 36.

2. Intel Software Guard Extensions Programming Reference. 2014. URL: https://software.intel.com/sites/default/files/managed/48/88/329298-002.pdf. (дата обращения: 12.01.2020).

Анализ существующих методов управления потоками информации при разработке изделий ракетно-космической техники

Дюстер А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаповалов Р.В.
МАИ, Москва
S.d-94@mail.ru

В процессе разработки, доводки и серийного выпуска изделий ракетно-космической техники (РКТ) важную роль играют потоки информации, степень изменения которых зависит от объема автоматизации управления.

Изменение потоков информации при автоматизации управления в функциональной системе изготовления изделий РКТ выражается в изменении самых важных характеристик потоков — их направлением и объемом передаваемой информации, а также номенклатурного состава сообщений, образующих поток; частоты сообщений и их структуры; видов каналов передачи и формы существования информации, образующей поток, количественно-временного графика потока информации [2].

Целью проведения анализа методов управления потоками информации при создании изделий РКТ является поиск возможности улучшения их качества.

При внедрении автоматизации в процессе управления происходит изменение технологии обработки данных. При этом выполняются значительные изменения количественных и

качественных характеристик потоков информации. Объемы информации центростремительных потоков автоматизированной системы сбора резко возрастают за счет того, что частота опроса первичных приборов и устройств автоматического ввода информации значительно превышает частоту поступления одноименных сообщений до автоматизации управления [1].

В данной работе были выявлены следующие обстоятельства, которые необходимо учитывать при разработке изделий РКТ:

1) массовость информации;

2) стандартность информации;

3) многозадачность информации;

4) возможность технического осуществления автоматического ввода информации;

5) экономическая целесообразность автоматизации ввода данного вида сообщений.

Рассмотренные в работе методы управления потоками информации для системы автоматизированной обработки данных решают массу задач, связанных с увеличением скорости передачи, приема и обработки полученных данных при производстве и испытаниях изделий РКТ.

В дальнейшем данная работа может быть использована при разработке проектов и изделий ракетно-космической техники.

Список литературы:

1. Братухин А.Г., Абрамов Б.М. и др. Информационные технологии в наукоемком машиностроении / Под ред. А.Г. Братухина. Киев: Техника, 2001. 620 с.

2. Недайвода А.К. Технологические основы обеспечения качества ракетно-космической техники. М.: Машиностроение, 1998. 240 с.

Изучение языка программирования Python в open source среде разработки RenPy

Ерошин П.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Челпанов А.В.
МАИ, Москва
eroshin.pavel.00@mail.ru

Во время изучения дисциплин «Алгоритмические языки и программирование», «Объектно-ориентированное программирование» и некоторых других возникает проблема вовлечения студентов в учебный процесс. Студенту необходимо не просто повторять примеры кода из лекций и методических пособий, многих сможет привлечь создание собственного проекта. В проекте реализуется открытое python-приложение, которое позволит каждому студенту разобрать программный код, реализовать свой собственный проект.

При разработке проводился анализ сред и библиотек языка программирования python, предпочтение отдано среде разработки RenPy. Это open source среда по разработке визуальных новелл на различную тематику. Для начинающих программистов работа с языком характерна тем, что в RenPy уже представлены базовые конструкции кода, для ускорения разработки приложения. Также в Интернет есть большое количество справочников по RenPy, тематических форумов и ресурсов. Возможности RenPy на самом деле очень большие — от создания простых текстовых квестов, до визуализированных мини игр со случайными элементами.

Разработанное приложение создано по тематике компьютерной игры stalker и имеет на данный момент несколько сюжетных линий, циклические квесты, и квест со случайными элементами. В текстовом квесте реализовано большое количество тематических иллюстраций, оформлено звуковое сопровождение. Изучение конструкций python предлагается проводить параллельно с прохождением игрового квеста. При этом обучающийся может видеть результат на экране и программный код, может изменять его, запускать на выполнение и отслеживать результат этих модификаций. Проект насчитывает

более 500 строк кода, работа над приложением продолжается, планируется добавить в игру несколько мини игр, и разные, зависящие от выборов игрока концовки.

Таким образом, целью моего проекта является изучение языка python на собственном проекте, демонстрация одного из подходов к изучению дисциплин по программированию на языках высокого уровня. Как мне кажется, интерес к программированию можно повысить, если студента вовлечь в процесс разработки своего собственного проекта, который не обязательно должен быть реализацией игры, но желательно, чтобы работа над ним велась непрерывно в течение всего курса учебной дисциплины.

Модель семантики глаголов движения как инструмент разработки системы интеллектуального мониторинга новостных сообщений

Зайцев Д.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Фомичёв В.А.
МАИ, Москва
zxy83@ya.ru

Исследования когнитивных лингвистов показали, что естественно-языковые тексты, даже относящиеся к науке, технике и экономике, пронизаны метафорами [1]. Например, в предложении «Цены на алюминий рухнули в результате введённых санкций» глагол «рухнули» употребляется в переносном значении.

В настоящее время наблюдается тенденция повсеместного внедрения интеллектуальных информационных систем. Поисковые системы не являются исключением. Их работа заключается в нахождении различных материалов по ключевым словам поискового запроса. Внедрение интеллектуальных средств в поисковую систему позволяет проанализировать значения слов в запросе. При наличии нескольких значений поисковик сможет определить верное и подобрать наиболее релевантные результаты.

Целью исследования являлась разработка системы интеллектуального мониторинга новостных сообщений. Центральная идея исследования заключается в использовании предметно-независимой формальной семантики глаголов движения для «понимания» компьютерной системой текстов с метафорами, относящихся к экономике и финансам.

Для построения формальных описаний семантики глаголов движения используются выразительные механизмы класса СК-языков (стандартных концептуальных языков), предложенного теорией К-представлений (концептуальных представлений) [2-5]. Параметрам (цена алюминия, курс акций и т.д.), динамику значений которых отслеживает система, ставится в соответствие функция ВЫСОТА. В зависимости от характера изменения высоты определенного объекта в формальном описании семантики глагола движения система делает вывод об увеличении или уменьшении значения отслеживаемого параметра. Кроме того, из формального описания семантики глагола движения извлекается качественная характеристика скорости изменения значения параметра (быстро, нормально, медленно).

Разработана лингвистическая база знаний, содержащая формальные описания семантики основных глаголов движения, имеющихся в русском языке. Разработан и программно реализован на языке C# алгоритм семантической обработки фраз и дискурсов с метафорами, относящимися к экономике и финансам.

Список литературы:

1. Lakoff, G. & Johnson, M. (1980). Metaphors We Live By. Chicago: The University of Chicago Press.

2. Фомичев В.А. (2005). Формализация проектирования лингвистических процессоров. М.: МАКС Пресс, 2005. 368 с.

3. Фомичев В.А. (2007). Математические основы представления содержания посланий компьютерных интеллектуальных агентов. М., ГУ-ВШЭ, изд-во ТЕИС. —176 с.

4. Fomichov V.A. (2010). Semantics-Oriented Natural Language Processing: Mathematical Models and Algorithms // IFSR International Series on Systems Science and Engineering, Vol. 27.

Springer: New York, Dordrecht, Heidelberg, London.-352 p. (Семантически-ориентированная обработка естественного языка: математические модели и алгоритмы).

5. Fomichov V.A. (2017). SK-languages as a Powerful and Flexible Semantic Formalism for the Systems of Cross-Lingual Intelligent Information Access // Informatica. An International Journal of Computing and Informatics. 2017. Vol. 41. No. 2. P. 221-232.

Роль тестирования в процессе разработки мобильного приложения

Зайцева Е.К.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
zajtseva.alena2011@yandex.ru

Мобильный телефон в 21 веке является неотъемлемой частью жизни современного человека. В среднем на него тратится примерно 4 часа в день, причём большая часть этого времени уходит на работу с мобильными приложениями, число которых ежегодно растёт примерно на 1.1 миллион.

Нетрудно предположить, что конкуренция среди сервисов с похожими функционалом крайне высока. Каждая компания стремится уменьшить время выпуска продукта в эксплуатацию, чтобы занять лидирующую позицию. И любой дополнительный этап в цикле разработки ПО воспринимается негативно, потому что это приводит к задержке выпуска приложения.

Чтобы поддерживать должный уровень конкурентоспособности команда разработки мобильных приложений старается быстро добавлять новый функционал и улучшать продукт с учётом отзывов пользователей. Спешка приводит к снижению качества разрабатываемого решения. Следствием этого является рост затрат на исправление ошибок, выявленных после запуска продукта. Согласно исследованиям компании IBM, стоимость ошибки после релиза возрастает в 30 раз по сравнению с её стоимостью на этапе разработке дизайна. Кроме того, низкое качество продукта приводит к потере клиентов — 71% людей удаляет приложение, если возник сбой.

Для этого, чтобы избежать этих неприятных последствий, должно проводиться тестирование. Тестирование представляет собой одну из техник контроля качества, включающая в себя активности по планированию работ, проектированию тестов, выполнению тестирования и анализу полученных результатов.

Чтобы произвести полноценную проверку приложения с разных сторон, необходимо использовать несколько видов тестирования.

Так, функциональное тестирование позволяет удостовериться, что все отдельные функции и их совокупность(модули) работают в соответствии с предъявленными к системе требованиями.

Кроме того, сейчас все больше внимания уделяется безопасности данных. Поэтому приложение проходит проверку на наличие уязвимостей, устойчивости ко взлому и возможность перехвата трафика (например, приложение банка).

Бывает так, что приложение медленно загружается и работает, в этом случаем прибегают к тестированию производительности, которое позволяет проверить серверную часть, чтобы обнаружить там проседания производительности. Также тестирование помогает выявлять проблемы при установке приложения в разных ситуациях: установка с нуля, прерывание и отмена установки, установка новой версии по верх старой. Все эти кейсы являются частыми при обычном использовании и важно, чтобы никаких сбоев во время этих процессов не возникало.

Несмотря на то что тестирование должно помогать справиться с возможными ошибками, существует ряд проблем, с которыми можно столкнуться на этапе тестирования. Тестирование, например, может быть начато слишком поздно, из-за чего высококвалифицированный тестировщик не может за короткий промежуток времени создать оптимальную методику тестирования и обеспечить высокую плотность тестового покрытия,

а начинающий не может, в силу своих умений, реализовать тестирование сложнее функционального.

К счастью, команды разработки и бизнес команды начинают понимать важность проведения качественного тестирования. Специалистам по обеспечению качества дают возможность проводить тестирование уже на начальных этапах разработки, чтобы они могли провести анализ и создать наиболее подходящий план проверки, учитывая специфику продукта. Это позволит быстрее предоставлять пользователю стабильное и готовое приложение и избежать дополнительных издержек на исправление ошибок.

Средства обеспечения экологической безопасности особо охраняемых предприятий в Арктике

Иваненко К.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва
ivanenko-kristin@mail.ru

В современное время значение Арктики многократно возрастает. Сегодня экономика арктических стран характеризуется крупномасштабной добычей руд, драгоценных металлов, углеводородов, драгоценных и полудрагоценных камней, а также рыбы в приморских районах. Соответственно увеличиваются техногенная и антропогенная нагрузки на окружающую среду. Вследствие чего одним из приоритетных направлений развития Арктической зоны РФ и других стран является обеспечение экологической безопасности.

Технологические процессы добычи нефти и газа в Арктическом регионе характеризуются выбросами в атмосферу больших количеств метана и черного углерода. Черный углерод выделяется в результате неполного сгорания ископаемых видов топлива, биотоплива и биомассы. Источники выбросов метана классифицируются на сбрасываемые (преднамеренные выбросы) и на летучие выбросы (непреднамеренные выбросы/ утечки). Кроме того, во время выбрасывания черный углерод и метан оказывают дополнительное влияние на глобальное потепление, нагревая поверхности снега и льда, вызывая их потемнение и снижение отражательной способности.

Арктическая зона отличается суровыми климатическими условиями, следовательно, она сопряжена с особенными трудностями, связанными с производством, транспортировкой и хранением нефтяных и сопутствующих жидкостей. Обеспечение экологической безопасности при крайне низких температурах создает дополнительные проблемы при разработке и эксплуатации производственных систем в Арктике. Поэтому необходимо использовать технологии, пригодные для применения в арктических условиях, как на суше, так и на воде.

Существует ряд альтернативных технических средств, позволяющих сократить выбросы при нефтегазодобыче. Одним из способов является применение «нулевого факельного сжигания», где на входе факела ставится установка утилизации факельного газа (УУФГ) для улавливания некоторых или всех отработанных газов до того, как они будут сожжены в факеле. При этом, отходящие газы собираются из факельного коллектора и сжимаются до закачки в газовую линию. Такие системы получили широкое распространение в Норвегии и ряде других стран.

Также одним из вариантов сокращения факельного сжигания является ограничение избытка попутного газа посредством его утилизации на площадке добычи. Так, например, избыточный попутный газ может использоваться для внутреннего производства электроэнергии и выработки тепла, как на самой площадке, так и в близлежащих промышленных предприятиях т населенных пунктах.

Методом сокращения эмиссии метана является контроль выбросов путем применения соответствующих технологий контроля при использовании технических решений, связанных со сбросами пара. Часто используют пневматические контролирующие устройства, работающие на природном газе, которые непрерывно выпускают метан. Для снижения

загрязнения можно заменить пневматические средства контроля на механические, а также модернизировать реле с высоким уровнем расхода на устройство с ограниченным расходом.

Таким образом, можно сделать вывод, что рассмотренные технические средства подходят к использованию в суровых арктических условиях и при правильной разработке и поддержке способны значительно сократить выбросы метана и черного углерода в атмосферу, а, следовательно, уменьшить из влияние на процессы глобального потепления.

Получение энтропии в программных генераторах двоичных последовательностей с участием человека

Иванов К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гусаров А.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
Kirill2497red@yandex.ru

Случайные и псевдослучайные двоичные последовательности различной длины используются в информационных системах, системах связи и других областях науки и техники [1].

Сгенерировать случайные двоичные последовательности можно при помощи аппаратных генераторов на основе датчиков случайных чисел, которые являются источниками энтропии для случайного процесса. Однако для этого требуется покупка специальных печатных плат, в которые встроены такие генераторы. Поэтому возникает задача разработки и исследования создания математической модели, позволяющей заменить дорогой аппаратный источник энтропии на другой, «бесплатный». Таким «бесплатным» источником энтропии может быть человек.

Один из способов построения генератора случайных чисел с использованием человека описан в [2]. На мониторе компьютера появляются фигуры в виде шаров, а также стенки. Шары движутся прямолинейно в различных направлениях, отражаясь друг от друга и от имитируемых стенок. Задачей пользователя является как можно более быстрое удаление появившихся фигур. Генерация случайной последовательности для данного псевдослучайного процесса выполняется в случайные моменты времени, определяемые реакцией человека.

Нами предлагаются другие способы получения энтропии, для реализации которых используется персональный компьютер.

Первый способ заключается в генерации квадратов различных цветов, в каждом из которых в случайные моменты времени формируется часть двоичной последовательности. Пользователю нужно «очистить» рабочее поле, поместив все квадратики в корзину. Для усиления энтропии можно определять точку «захвата» квадрата мышью, скорость перемещения квадрата в корзину.

Второй способ заключается в имитации аквариума с рыбками, которые «ловят» пузырьки воздуха, поднимающиеся в неизвестные человеку моменты времени из разных источников, хаотично размещаемых в имитируемом аквариуме. Достигнув «поверхности» имитируемого аквариума, пузырек становится недоступным. Человеку нужно выбрать мышью рыбку и «наловить» для нее как можно больше пузырьков за некоторое время. Время и объем воздуха в пузырьке определяются по алгоритму, скрытому от человека, и не зависят от размера рыбки и пузырька. После этого рыбка «уплывет», и нужно выбрать следующую. Объем «воздуха» для каждой рыбки при этом будет зависеть от скорости реакции человека, а также его предпочтений в выборе рыбки, что и приведет энтропии.

Задачей исследования является получение математической модели, позволяющей получить наиболее качественные случайные последовательности при использовании человека в качестве источника энтропии.

Список литературы:
1. ГОСТ 28147–89. Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования. Введ. 01.07.1990. Переиздание. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. — 26 с.
2. Как построить датчик случайных чисел с участием человека? [Электронный ресурс]. — URL: https://habr.com/ru/company/securitycode/blog/303698 (дата обращения 19.01.20).

Распознавание антропогенных объектов на примере зданий

Касатиков Н.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Новиков П.В.
МАИ, Москва
NICK925@yandex.ru

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) в настоящее время является одним из основных методов получения информации в науках о Земле. Аппа-ратура, расположенная на спутниках — спектрометры, радиометры, камеры, лидары и др. — передаёт большое количество разнородных данных, а аэро-фотосъемка, в том числе с применением беспилотных летательных аппаратов, позволяет оперативно получать снимки поверхности Земли в высоком простран-ственном разрешении, в том числе многоспектральные и гиперспектральные. Путём анализа данных дистанционного зондирования можно получать инфор-мацию об атмосфере, поверхности суши и океана, в том числе отслеживать изменения, выделять объекты на поверхности Земли.

Основной целью, поставленной в данной работе, является создание мето-дов предварительной и тематической обработки космических изображений в поиске антропогенных объектов

Антропогенный объект — объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов

Поиск антропогенных объектов стереоизображений на основе геометрических параметров контуров гомогенных областей

Для решения этой задачи выбрал библиотеку opencv

Принцип работы приложения

Процесс построения детектора состоит из трех основных шагов:

Предобработка данных, фильтрация от шума и векторизация изображения.

Обновление состояния линий дорожной разметки по данным из первого шага.

Рисование обновленных линий и других объектов на исходном изображении.

Особенностью практических задач такого типа, возникающих при обра-ботке данных ДЗЗ, является большой объём информации, поступающей на об- работку: количество контуров в каждом операнде может достигать десятков тысяч, количество вершин в каждом контуре, как правило, порядка десяти, однако в отдельных случаях может достигать тысячи.

Разработка комплексного метода использования современных метеорологических наблюдательных систем с целью восстановления вертикальных профилей основных параметров атмосферы для решения задач лётной эксплуатации воздушных судов

Кирин Н.А.
Научный руководитель — к.т.н. Моисеева Н.О.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург
kirin.nk@mail.ru

Метеорологическое обеспечение полётов воздушных судов является одним из ключевых видов обеспечения полётов и осуществляется в целях их безопасности, регулярности и экономичности. Международной организацией гражданской авиации (ИКАО) и Всемирной

метеорологической организацией (ВМО) установлены определённые требования к полноте, качеству и объему предоставляемых метеорологических данных.

В Российской Федерации в настоящее время метеообеспечение полётов имеет некоторый спектр проблем. Наблюдается как недостаток метеорологических наземных станций, так и станций аэрологического зондирования атмосферы. Помимо этого существуют проблемы устаревших методик прогнозирования и нехватки современного метеооборудования.

Основной массив данных о состоянии окружающей среды предоставляется государственной наблюдательной сетью (Гидрометцентра РФ), то есть её количественный и качественный состав очень важен для точного и оперативного анализа и прогнозирования состояния атмосферы.

Дефицит данных наблюдений приводит к трудностям метеообеспечения полётов ВС на определенных территориях РФ и к снижению точности прогнозирования метеорологической обстановки, что в свою очередь несет за собой угрозу эффективной и безопасной лётной эксплуатации воздушных судов.

Учитывая необходимость получения более детальной информации о вертикальном распределении основных параметров атмосферы, таких как температура, давление, влажность воздуха, скорость ветра и других элементов, влияющих на эффективность решения задач лётной эксплуатации, встает вопрос о необходимости создания максимально простого, оперативного и автоматизированного способа получения этих данных от всех доступных источников метеорологической информации.

Стремительно развивающиеся технологии позволяют реализовать данную концепцию с помощью дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, регистрации сигналов спутников системы Глонасс/ GPS, а также средств радиометрии, средств лазерного зондирования атмосферы (лидаров), и самолётов-лабораторий.

Перспективным направлением исследований является оценка точностных характеристик всех доступных методов получения информации о вертикальном распределении параметров атмосферы для разработки метода автоматизированного комплексного получения метеоинформации для решения задач лётной эксплуатации воздушных судов.

Данная научная работа направлена на разработку и внедрение системы оперативного автоматизированного получения и комплексной обработки информации для нужд гражданской авиации, её дальнейшей передачи непосредственным пользователям в удобном для них виде, а также для успешного развития северных воздушных и морских трасс и для решения стратегических вопросов транспортной доступности регионов Российской Федерации.

Система обнаружения объектов на подстилающей поверхности

Князев А.С., Мазаев А.С.
МАИ, Москва
vva.99@yandex.ru

В настоящее время становится актуальной проблемка обнаружения объектов с высоты птичьего полёта при помощи БПЛА. Основу современных систем обнаружения объектов составляют нейронные сети. На данный момент существует большое количество обучающих выборок для обнаружения объектов в непосредственной близости (COCO, Kitti) или в непосредственной дальности (COWC, VEDAI) спутниковые снимки и т.д. Но не существует обучающей выборки и нейронной сети для обнаружения объектов с высоты птичьего полёта при помощи БПЛА. Таким образом проблема создания такого датасета актуальна. Датасет COCO (Common Objects in Context) содержит широкий спектр различных изображений в непосредственной близости и под разными углами обзора, следовательно, он не подходит для решения задачи обнаружения объектов при помощи БПЛА. Датасет Kitti специализирован на изображениях окружения машин в обстановке вождения и предназначен для решения задач автоматизированного и автоматического вождения транспортных средств. Данный датасет тоже не подходит для решения задачи. Датасеты COWC и VEDAI (Cars Overhead With Context, Vehicle Detection in Aerial Imagery) представляют из себя спутниковые изображения местности

с транспортными средствами. Масштаб изображений из данных датасетов не соответствует масштабу изображений, полученных с БПЛА даже при аугментации данных не получиться получить примерный масштаб, а также данные датасеты специализируются эксклюзивно на транспортных средствах, таким образом они не подходят для решения задачи.

Исследование задач технического зрения и программная реализация алгоритмов автосопровождения заданного объекта в кадре

Козина Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мацыкин С.В.
МАИ, Москва
kozina-ekaterina@list.ru

В наше время существует множество требующих автоматизации задач, в которых необходимо использовать технологии машинного зрения. Одной из таких задач является автосопровождение некоторого подвижного объекта в кадре.

Например:

• Отслеживание самолётов при приземлении и взлете, для обнаружения возможных неполадок;

• Оптические системы траекторных измерений;

• Отслеживание скорости автомобилей на трассах;

• Камеры видеонаблюдения и т.д.

В результате проведенных исследований различных систем наблюдения и систем автосопровождения объектов в кадре было установлено, что не все из вышеперечисленных задач имеют решение на должном уровне. Исходя из этого было принято решение по созданию своей универсальной программы, позволяющей отслеживать определенные объекты.

Был проведен анализ методов решения подобных задач. И найден самый подходящий из всех для создания программы.

Программа создана в графической среде разработки LabView, 19 версии, вместе с дополнительными пакетами Vision and Motion, что позволяет использовать все новые и старые функции данной среды разработки. Один из возможных вариантов выполнения работы — бинаризация кадра и его последующая корреляция с искомым кадром. Но мною был найден более удобный путь. В пакете Vision and Motion есть такие функции, как IMAQ learn pattern и IMAQ match pattern, с помощью которых и был запущен поиск определенного объекта в видео.

Данная разработка может быть использована в камерах видеонаблюдения, отслеживании посадки и взлета самолётов и других случаях, когда необходимо постоянное отслеживание какого-либо подвижного объекта. Основываясь на вышеизложенном, можно утверждать, что данная работа в настоящее время является актуальной.

Анализ основных типов атак на биометрическое предъявление для модальности изображения лица

Колганов А.Д.
Научный руководитель — Бойко А.А.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
kolganov21@gmail.com

Организации, предоставляющие право доступа к объекту, а также ведущие работу с конфиденциальной информацией и большим объемом данных, всегда используют системы контроля и управления доступом (СКУД), позволяющие произвести верификацию либо идентификацию личности. Существуют различные системы, выполняющие свою задачу при помощи как «традиционных» методов предоставления доступа (ключ-карта, пропуск, пароль, код), так и биометрических характеристик человека.

Большая вариативность и уникальность биометрических характеристик, по которым можно проводить верификацию и идентификацию личности, позволяют предоставлять доступ с высокой точностью. В отличие от паролей и иных носителей информации, которые могут быть потеряны, украдены, скопированы, биометрические системы доступа основаны на человеческих параметрах, которые всегда находятся вместе с ними, и проблема их сохранности не возникает. Потерять их почти невозможно. Также невозможна передача идентификатора третьим лицам.

На текущий момент наиболее удобными и широко используемыми, наряду с системами распознавания отпечатков пальцев, являются системы распознавания лиц. Они не требуют непосредственного (контактного) взаимодействия с биометрической системой, обладают высокой скоростью предоставления доступа, а также относительно доступны в реализации.

К сожалению, на системы распознавания лиц, как и на другие системы защиты, проводятся атаки (Face spoofing). Злоумышленники могут попытаться обмануть систему распознавания лиц путем подмены «живого» изображения лица авторизованного пользователя. При противодействии атакам исключение возможности подмены биометрической характеристики человека неживой копией является первостепенной задачей, поэтому система должна обладать модулем определения витальности. Для успешной защиты от атаки необходимо также рассмотреть основные возможные типы атак на предъявление лица.

Самыми распространенным являются атаки с использованием фотографии лица подлинного субъекта; атаки с использованием видеозаписи, на которой запечатлено лицо подлинного субъекта; атаки с использованием 3D маски, имитирующей лицо подлинного субъекта.

При проведении атаки с использованием фотографии злоумышленник предъявляет на вход биометрического сканера фотографию подлинного субъекта, чей биометрический контрольный шаблон был зарегистрирован в системе распознавания лиц ранее. Злоумышленник может осуществить поворот, сдвиг, изгиб фотографии перед сканером для имитации поведения подлинного субъекта.

В сравнении с фотографией, воспроизведение видеозаписи может демонстрировать информацию о движении лица подлинного субъекта. При проведении атак с использованием видеозаписи движение лица, губ, моргание, выражение обычно моделируются при помощи короткой видеопоследовательности. Данный тип атак требует более тщательной подготовки злоумышленника. Во-первых, необходимо получить либо промоделировать необходимый видеоряд. Во-вторых, требуется высокое разрешение экрана устройства, с которого воспроизводится видеозапись.

Атаки с использованием 3D масок, изготовленных под заказ, получают все большее распространение. Рынок изготовления масок под заказ постоянно развивается, и наиболее реалистичные 3D-маски будут доступны по приемлемым ценам в ближайшем будущем.

Список литературы:

1. Костылев Н.М., Горевой А.В. Модуль обнаружения витальности лица по спектральным характеристикам отражения кожи человека. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 9. URL: http://engjournal.ru/catalog/pribor/optica/925.html

2. Почему банки убеждают нас сдавать биометрию — новостной портал «РИА НОВОСТИ» — URL: https://ria.ru/20190615/1555581257.html (дата обращения: 20.09.2019)

3. Woodward J. Privacy's Foe or Privacy's Friend. Proc. IEEE, 1997, no. 9, vol. 85, PP. 1480–1491.

4. Кухарев Г.А. Биометрические системы. Москва, Политехника, 2001, с. 52–70.

5. Алгулиев Р.М., Имамвердиев Р.М., Мусаев В.Я. Методы обнаружения живучести в биометрических системах // Биометрические методы и средства защиты информации. —2009. —№4—С.27-31.

6. Принципы работы и уязвимости биометрических систем аутентификации / Пересыпкин И. П., Мартынова Л. Е., Назарова К. Е., Белозёрова А. А., Попков С. М. // Молодой ученый. — 2016. — №30. — С. 86-88. — URL https://moluch.ru/archive/134/37699/ (дата обращения: 20.09.2019).

7. Интервью Хрулева А.А «Создатели системы распознавания лиц рассказали, возможно ли задержать болельщика Голунова в Туле» — информационный портал "Рамблер" — URL: https://sport.rambler.ru/other/42051239/ (дата обращения: 01.10.2019)

Реализация расширяемого протокола предоставления информации и информационной системы, предоставляющей административный доступ к реестрам доменных имен

Коляндра Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Лукин В.Н.
МАИ, Москва
dimakolyandra123.46@gmail.com

Рассмотрим необходимость реализации расширяемого протокола предоставления информации, или же протокола EPP и информационной системы для взаимодействия с реестрами доменных имен. Данные программные продукты интересны в первую очередь для компаний-регистраторов доменных имен. Как следует из названия, работа состоит из двух компонентов:

1. Библиотека, реализующая протокол EPP
2. Программная система, предоставляющая административный доступ к реестрам доменных имен

EPP-протокол является основой для взаимодействия реестров доменных имен и регистраторов, в то время как программная система предоставляет возможность взаимодействовать с реестрами, не погружаясь в детали реализации протокола, давая при этом единый интерфейс для всех реестров-партнеров и позволяя при этом выполнять все операции, описанные в протоколе EPP.

Сейчас трудно отрицать, что интернет является неотъемлемой частью современной жизни. Так же, как невозможно представить современный мир без интернета, так же невозможно представить интернет без такого понятия как доменное имя. Так что же такое доменное имя и что в нем такого? Доменное имя можно определить как символьное имя, служащее для идентификации областей в сети интернет. Доменные имена дают возможность адресации интернет-узлов и соответствующих сетевых ресурсов. Все вышеперечисленные факторы приводят к тому, что существуют компании, предоставляющие услуги по регистрации и администрированию доменных имен. Такие компании называются доменным регистраторами.

Как сказано выше, основой взаимодействия между регистраторами и реестрами является расширяемый протокол EPP. Данный протокол может быть изменен реестром для своих собственных нужд, может использовать различные расширения или модификации протокола. Так как зона ответственности поделена между большим количеством реестров (обычно каждый реестр отвечает за одну или несколько доменных зон), а данная предметная область является узконаправленной, то получается, что в открытом доступе нет библиотек, реализующих протокол и его расширения с набором возможностей, необходимых для конкретного регистратора, что приводит к усложнению программной системы и увеличению кодовой базы системы регистратора. Из этого возникает необходимость в реализации расширяемой и легко-поддерживаемой библиотеки для реализации протокола EPP и основных его модификаций.

Доменный регистратор является агрегатором услуг реестров. При этом в ходе работы регистратора возникает острая необходимость в выполнении каких-либо ручных операций в реестрах, например, в случае ошибки в основной программной системе регистратора, или же в сценариях взаимодействия, которые не предусматривает основная система. Поэтому остро стоит вопрос о реализации единого интерфейса для взаимодействия с реестрами и выполнения ручных операций в них.

Кратко опишем функциональность системы:

1. Реализация всех команд, предусмотренных EPP-протоколом.

2. Реализация основных модификаций протокола EPP, таких как протокол RIPN-EPP, который используется в реестре зоны.ru.

3. Реализация расширений EPP-команд.

4. Реализация возможности отправки всех EPP-команд к реестрам, через единый интерфейс.

5. Реализация возможности получения цен на услуги от поставщиков услуг — реестров доменных имен.

В данной работе рассмотрена актуальность и необходимость разработки описанной выше программной системы. Актуальность библиотеки заключается в полной реализации EPP-протокола и всех его необходимых расширений в рамках одной программной библиотеки, которая полностью удовлетворяет нуждам доменных регистраторов. Актуальность системы, предоставляющей административный доступ к реестрам обусловлена необходимостью компании в удобном инструменте по взаимодействию с различными реестрами. Рассмотрена её практическая значимость в рамках компании-регистратора доменных имен.

Список литературы:

1. Лукин В. Н.: Введение в проектирование баз данных. Учебное пособие. М.: Вузовская книга, 2015 — 100 с.;

2. Extensible Provisioning Protocol (EPP). URL: https://tools.ietf.org/html/rfc5730.

3. Extensible Provisioning Protocol (EPP) Domain Name Mapping. URL: https://tools.ietf.org/html/rfc5731.

4. Extensible Provisioning Protocol (EPP) Host Mapping. URL: https://tools.ietf.org/html/rfc5732.

5. Extensible Provisioning Protocol (EPP) Contact Mapping. URL: https://tools.ietf.org/html/rfc5733.

Как выбрать современную технологию веб-разработки

Константинов П.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
pahasavr@yandex.ru

Что такое стек технологий и как он влияет на масштабируемость приложений, об этом необходимо задуматься на этапе создания формирования требований к веб-приложению, ибо от правильно выбранных технологий зависит качество и понимание кода.

В зависимости от выбора языка программирования будет зависеть стоимость разработки приложения, ибо найти хорошего программиста на JAVA легче чем хорошего программиста на GO. В связи с чем встает вопрос, что выбрать "старую", проверенную технологию или выбрать что-то новое и необычное. Так же выбор технологий влияет на выбор того на чем будут писаться автотесты, ибо автотесты пишутся в основном на том же языке, что и само приложение.

Так же надо учитывать то, сколько будет жить приложение, ибо его поддержка тоже влияет на его эффективность, так как технологии меняются и необходимо будет искать специалистов, которые будут им заниматься. Необходимо так же учитывать то что нужно будет обучать людей который будут дорабатывать ваше приложение, что так же влияет на стек технологий, так как некоторые специфические компетенции намного сложней найти, чем те, которые используются в большинстве приложений.

Все выше изложенные факторы необходимо учитывать в формировании технического задания для приложения, все аспекты необходимо проанализировать и взвесить все за и против, что бы в будущем не испытывать трудностей в поддержке и сопровождении своего приложения. Если упустить какую-либо мелочь, то в будущем эта мелочь может обойтись очень-очень дорого

Методы идентификации нелинейных динамических систем

Конышева В.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шаронов А.В.
МАИ, Москва
konysheva.vict@gmail.com

Современные технические и программные системы зачастую обладают нелинейной динамической структурой. Для их исследования требуется построение математических моделей и алгоритмов с учетом разработанных современных средств вычислительной техники. В связи этим разработка методов идентификации нелинейных динамических систем является актуальной задачей.

Выделяют несколько самых распространённых методов идентификации нелинейных систем [1]:

• Основанные на представлении системы в виде суммы рядов Вольтерра;

• Методы, основанные на линеаризации характеристик системы;

• Методы, основанные на представлении системы в виде различных сочетаний линейного динамического и нелинейного безынерционного блоков (модели класса Винера и Гаммерштейна).

Применение рядов Вольтерра требует проведения большого числа экспериментов над системой, что не всегда осуществимо. Это связано с тем, что при построении моделей необходимо выбрать порядок системы, то есть количество элементов ряда, сумма которых описывала бы систему с необходимой точностью.

Методы линеаризации имеют ограниченный характер, т.е. эквивалентность исходной нелинейной системы и её линейного приближения сохраняется лишь для ограниченных пространственных или временных масштабов системы, причем, если система переходит с одного режима работы на другой, то необходимо изменить и её линеаризованную модель.

Для упрощения моделирования нелинейная система может быть представлена в виде комбинации линейных динамических и безынерционных нелинейных блоков. Такое представление позволяет связать входные и выходные переменные системы с различной структурой и степенью нелинейности [2]. Для более точного описания нелинейной динамической системы используют модели, которые состоят из множества параллельно соединенных простейших моделей. Простейшими моделями являются модели Гаммерштейна и Винера, представляющие собой последовательные соединения линейного динамического блока и статического нелинейного блока [3].

Перечисленные методы нельзя назвать универсальными, так как каждый из них применяется только для некоторых классов нелинейных систем. Поэтому разработка методов идентификации нелинейных динамических систем является актуальной проблемой, особенно при различной априорной информации.

Список литературы:

1. Коплярова Н.В. Непараметрические модели и алгоритмы управления нелинейными системами класса Винера и Гаммерштейна [Текст]: дис.....канд. техн. наук: 05.13.01 / Коплярова Надежда Владимировна. — Красноярск, 2016. — 173 с.

2. Бадмаев А.Б., Буховцев Д.Д. Блочно-ориентированные модели [Электронный ресурс] // Международный научный журнал «Juvenis scientia». 2017. № 9. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/blochno-orientirovannye-modeli (дата обращения: 20.02.2020).

3. Шаншиашвили В.Г. Структурная идентификация нелинейных динамических систем на множестве непрерывных блочно-ориентированных моделей [Электронный ресурс] // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСП-2014, Москва, 16-19 июня 2014 г. С. 3018-3028. URL: http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/3018.pdf (дата обращения: 20.02.2020).

Анализ платформ для быстрой разработки и развертывания приложений на основе сетей Петри

Ломкин Н.И.
Научный руководитель — Семенов А.С.
МАИ, Москва
nislav.ns@gmail.com

Сеть Петри — модель системы с взаимодействующими параллельными процессами, имеющая графическое представление. Эта модель была впервые описана Карлом Петри в 1962 году.

Сети Петри состоят из позиций, переходов и дуг, соединяющих их друг с другом. Позиции и переходы — два типа вершин графа. Любая дуга соединяет позицию с переходом и наоборот. При этом соединять два перехода или две позиции запрещено. Если в позицию не входят дуги, она считается входной, если не выходят — выходной. Каждая позиция может содержать метки(токены), которые могут перемещаться между позициями.

При срабатывании активный переход берет по одной метке с каждой входной позиции и ставит по одной метке на каждую выходную. Событием называется срабатывание перехода. Если активных переходов не остается, работа сети завершена.

Базовая модель сети Петри может развиваться в сложные формы: временные, цветные, приоритетные, иерархические и другие. Сеть Петри называется безопасной, если в каждой позиции количество меток не превышает одну. Если количество меток постоянно, сеть Петри считается сохраняющей.

С помощью сетей Петри можно моделировать различные системы, к примеру, аппаратное и программное обеспечение, параллельные процессы, физические и социальные процессы. Спектр использования сетей Петри практически не ограничен. Помимо моделирования динамических систем и процессов, сети Петри используются в теоретическом программировании, организации вычислительных процессов и систем управления. Уже существует множество готовых имитационных моделей основных элементов сетей. Это позволяет строить имитационную модель не с нуля.

Моделирование процессов с помощью сетей Петри дает возможность ставить и решать задачи проектирования и модернизации систем. Сети Петри позволяют описывать системы с целью имитации её поведения в определенных ситуациях, которые бывает сложно воспроизвести в реальных условиях, а также получать статистическую информацию о поведении системы.

Оценка эффективности кандидатов на должность в организации на основе технологий машинного обучения

Лукьянов Л.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Брехов О.М.
МАИ, Москва
lev06191972@yandex.ru

В настоящее время наблюдается повышенное предложение на рынке труда, в связи с чем, поиск квалифицированных кадров становится всё более затруднительным [1]. При этом лояльность большинства сотрудников к организациям, в которых они работают, в настоящее время низкая на большинстве различных предприятий [2]. Поэтому компании вынуждены тратить больше средств на обеспечение лояльности своих сотрудников, поскольку большой отток сотрудников из компании приводит к необходимости частого подбора новых кандидатов, что всегда является риском. Сейчас человеческий фактор до сих пор играет очень большую роль в сфере управления персоналом, что может служить препятствием к отбору квалифицированных кадров. Если процессы определения соответствия кандидата или действующего сотрудника требованиям должности будут выполняться человеком, то, во-первых, необходимы специалисты в этом деле, во-вторых, велика вероятность осуществить

оценку не на основе профессиональных качеств человека, а, к примеру, на основе личной симпатии интервьюера [3]. Результатом этого может стать приём на работу недостаточно компетентного сотрудника.

Актуальность данной работы заключается в уменьшении доли субъективных решений, принимаемых в области управления персоналом, за счёт применения методов автоматизированной оценки эффективности кандидатов на должность в организации, а также действующих сотрудников организации. Следствием этого может стать повышение доли эффективных сотрудников в организации и, как следствие, повышение общего уровня производительности организации.

В ходе работы было проведено исследование актуальных в настоящее время методов и систем автоматизации процессов оценки кандидатов на должность. Рассматривались научные публикации, в которых описывались методы машинного обучения, применяемые непосредственно в сфере управления персоналом, а также публикации, где рассматривались методы машинного обучение как таковые. Также рассматривались открытые описания информационных систем оценки кандидатов на должность. На основе данного исследования была предложена методика оценки кандидатов на должность.

Методика оценки эффективности кандидатов на должность предполагает работу с такими данными, как результаты тестирования кандидата, с данными о его достижениях, а также с его личными данными. Тестирование проводится путём прохождения кандидатом на должность теста с помощью персонального компьютера. Результаты прохождения теста будут учитываться при оценке эффективности. Под личными данными кандидата понимаются сведения, прямо или косвенно относятся к кандидату. Сбор личных данных осуществляется в соответствии с действующим законодательством. Данные о достижениях могут быть как представлены кандидатом лично, так и получены путём сбора данных после получения на то согласия кандидата.

Когда данные получены, их необходимо преобразовать для дальнейшей обработки. Текстовые данные необходимо преобразовать в числовые, а любые числовые необходимо нормализовать. Далее преобразованные данные подаются на вход нейронной сети. На выходе нейронной сети оказывается непосредственно оценка эффективности данного кандидата. Оценка эффективности включает в себя несколько критериев, каждый из которых измеряется численным значением в пределах от 0 до 1 включительно. Ниже представлены подобные критерии:

• Общая эффективность. Означает усреднённый показатель эффективности кандидата.

• Лояльность организации. Означает степень преданности кандидата организации, вероятность того, что кандидат не уволится из организации при учёте всех обстоятельств.

• Соответствие должности. Означает степень соответствия имеющихся у кандидата навыков требованиям той должности, на которую претендует кандидат [4,5].

Таким образом, была разработана методика оценки эффективности кандидатов на должность на основе технологий машинного обучения, а именно, нейронных сетей. Данная методика потенциально способствует повышению производительности организации путём отбора более эффективных кандидатов.

Список литературы:

1. Дефицит специалистов на рынке труда в 2019 году [Электронный ресурс]: Электрон. дан. — Режим доступа: https://center-yf.ru/data/Kadroviku/deficit-specialistov-na-rynke-truda-v-2019-godu.php (дата обращения: 07.02.2018)

2. Ясько Б. А., Миронова Е. Р., Омельченко Н. В. Лояльность персонала как объект психологического анализа [Текст] // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. — 2018. — № 3(223). — С. 114-123

3. Методы оценки результативности персонала организации [Электронный ресурс]: Электрон. дан. — Режим доступа: https://studme.org/1024020526218/menedzhment/metody_otsenki_rezultativnosti_personala_organizatsii (дата обращения: 07.02.2018)

4. М. М. Панов. Оценка деятельности и система управления компанией на основе KPI. — М.: Инфра-М, 2017. — 256 с.

5. М. И. Магура. Оценка работы персонала. — Топ-персонал, 2005

Алгоритм работы узлов самоорганизующейся многоканальной беспроводной сенсорной сети, устойчивой к помехам

Макашов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Терентьев М.Н.
МАИ, Москва
androwl@list.ru

Беспроводные сенсорные сети (БСС), использующиеся для мониторинга физических параметров в определённой области, зачастую вынуждены работать в условиях воздействия внешних помех. Если один из узлов сети попадёт в зону действия помехи, работающей на том же канале что и узел, он не сможет получить доступ к каналу [1], а значит, данные мониторинга будут потеряны.

Одним из способов борьбы с помехами является переход узла на другой канал (где помеха действует слабее или не действует вовсе). Ниже представлен алгоритм работы узлов помехоустойчивой БСС, работающей на нескольких каналах. Алгоритм является развитием механизма восстановления сети с помощью механизма keep-alive [2].

Подключённый к сети узел генерирует приглашения для не подключённых к сети узлов. Время отправки приглашений на подключение к сети определяется следующими параметрами: k — количество используемых каналов; T — время полного цикла приглашений (время между отправлением приглашений на одном и том же канале). При этом параметр k определяется пользователем (является настройкой сети), а параметр T определяется с использованием случайных значений. После отправки приглашения на подключения узел остаётся на текущем канале и ожидает ответа от не подключённых к сети узлов в течение времени T/k. По окончании данного периода времени узел переходит на следующий канал. В сообщении с приглашением узел передаёт свой параметр T и время отправки приглашения как смещение относительно начала цикла приглашений d.

Не подключенный к сети узел после включения также генерирует время T исходя из случайной величины. Это позволяет исключить ситуацию, при которой отправляющий и принимающий приглашения узлы переключают каналы одновременно и не имеют возможности услышать друг друга. Принимающий узел последовательно слушает каналы в течение времени T/k и при получении приглашения сохраняет параметры T и D отправителя. После этого принимающий узел выбирает момент и канал для передачи и отправляет пригласившему узлу запрос на подключения. В ответ аналогичным образом он получает данные для подключения к сети (логический адрес).

После того, как узлы подключены к сети, приглашение на подключение трактуется как сообщение keep-alive, сигнализирующее о том, что канал доступен для передачи данных. Передача полезных данных измерений осуществляется только по тем каналам, в которых доходят сообщения keep-alive. Таким образом, сеть выполняет свою задачу, выбирая для передачи данных свободный от помех канал.

Список литературы:

1. Макашов А.А., Терентьев М.Н., Моделирование помех передаче сообщений в беспроводных сенсорных сетях при помощи симулятора ns-3, Авиация и космонавтика — 2018, Тезисы 17-ой Международной конференции. 2018

2. Макашов А.А., Моделирование процесса восстановления беспроводной сенсорной сети, осуществляемого с помощью разновидности механизма keep-alive, 18-Я Международная конференция "Авиация и космонавтика — 2019" Тезисы. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). 2019

Исследование задач технического зрения и программная реализация методов электронной стабилизации изображения

Македонский А.А.
Научный руководитель — доцент, Мацыкин С.В.
МАИ, Москва
allmactv@gmail.com

В работе исследуются задачи технического зрения и программная реализация методов электронной стабилизации изображения.

В наше время компьютерное зрение очень востребовано и проникло почти в каждую отрасль: сортировка, охрана, исследования и так далее. Большое количество задач берет на себя искусственный интеллект, который получает информацию от компьютерного зрения. Но данная информация должна быть предварительно обработана, для получения меньшей погрешности.

К сожалению множество разработок в сфере стабилизации видео закрыты от общего доступа, и разработчики вкладывают много времени на реализацию алгоритмов стабилизации. Библиотека методов электронной стабилизации будет распространяться бесплатно для каждого разработчика.

В представленной работе будет разработана библиотека которая в позволит совершать обработку изображения гибкими настройками с выбором алгоритма и степени его применения для стабилизации видео, который больше подходит для конкретной задачи.

Разрабатываемая библиотека сможет дать разработчику не только стабилизацию картинки, а также устранение её размытости, сохранение траектории движения камеры, которые уже можно использовать в дальнейшем при разработке.

Ключевой особенностью библиотеки является возможность дорисовать кадр. Используя информацию о траектории движения алгоритм запоминает что находиться по краям изображения, что в некоторых случаях позволяет стабилизировать видео с сохранением входного разрешения и крупности кадра.

Очень важным аспектом является то, что данная библиотека, не нагруженная лишними функциями занимает не много места, что несомненно является плюсом для использования данной библиотеки на микроконтроллерах.

Методы машинного обучения и их эффективное применение

Малых Е.А.
Научный руководитель — к.т.н. Хомутская О.В.
МАИ, Москва
malyhfistina@gmail.com

Ежедневно в мире генерируются миллионы килобайт данных. Их хранение, перенос и обработка представляются неразрешимой задачей при применении стандартных алгоритмов и методов взаимодействия с данными. Решением проблемы медленной и неэффективной работы с данными является внедрение в производство искусственного интеллекта и процесса машинного обучения.

Машинное обучение — метод анализа данных, который позволяет аналитической системе обучаться в ходе решения множества аналогичных задач. Оно строится на идее о том, что аналитические системы могут учиться выявлять закономерности, строить причинно-следственные связи и принимать решения с минимальным участием человека.

В основные задачи машинного обучения входят регрессия, классификация, кластеризация и поиск аномалий.

Существуют несколько методов машинного обучения:

- Нейронная сеть;
- Дерево решения;

• «Случайный лес»;
• Метод ассоциативных правил.

Нейронные сети похожи на структуру головного мозга: каждый искусственный нейрон соединяется с несколькими другими нейронами.

Алгоритм дерева решений классифицирует объекты, отвечая на «вопросы» об и особенностях, расположенные в узловых точках.

Алгоритм случайного леса использует совокупность случайным образом созданных решающих деревьев с разными наборами атрибутов и дает возможность им проголосовать, чтобы выбрать самый популярный класс.

Метод ассоциативных правил позволяет находить отношения между переменными и используется при выдаче рекомендаций.

Предлагается классифицировать методы машинного обучения на основании простоты реализации, скорости обработки данных и формата решения, принятого искусственным интеллектом. Результатом работы является алгоритм, позволяющий выбрать наиболее оптимальный метод обучения искусственного интеллекта в соответствии с особенностями предметной области.

Применение разработанного алгоритма позволяет повысить эффективность процесса машинного обучения и его внедрения в производство.

Исследование и анализ вероятностно-временных характеристик моделей подсистемы «процессор-память» специализированных реконфигурируемых вычислительных систем

Мартенс-Атюшев Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мартышкин А.И.
АО «Радиозавод», Пенза
novoselich93@mail.ru

В аэрокосмической отрасли, как и в других областях науки и техники, одной из актуальных проблем является задача построения высокопроизводительных вычислительных систем. Такие направления как обработка информации дистанционного зондирования Земли, классификация, распределение изображений, полученных со спутников и летательных аппаратов, требуют высоких показателей эффективности аппаратных ресурсов вычислительных систем [1].

Традиционно проблема наращивания вычислительных мощностей решалась за счет увеличения процессорных узлов. Однако данный способ имеет свои пределы в плане аппаратных решений, чем больше процессоров, тем больше вероятность простоя и наименьший процент использования ресурсов [2,3].

В последние годы при разработке вычислительных систем используется реконфигурируемый тип процессорного узла. Данный тип имеет гибкую и подстраиваемую архитектуру под широкий класс задач обработки данных. В основе построения подобных систем находятся программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), выступающие в качестве базового элемента. [4]. В представленной работе исследуется подобная специализированная реконфигурируемая вычислительная система (СРВС). Рассмотрены задачи уменьшения задержек обмена подсистемы «процессор-память» и повышения пропускной способности на общей шине.

Анализ вероятностно-временных характеристик проводился с помощью аппарата теории массового обслуживания, модели СРВС представленных в виде разомкнутых сетей массового обслуживания (РСеМО) [5]. Одна модель представляет собой СРВС, в которой применяется архитектура с общей памятью. В этой архитектуре имеется существенный недостаток, заключающийся в том, что когда процессор обращается к памяти, в это время он захватывает шину на весь период цикла обмена данных, тогда другим процессорам приходится ожидать освобождения шины чтобы произвести собственные операции чтения/записи. При увеличении числа процессоров, увеличивается и время ожидания других процессоров, т.е.

тратится n-е число времени выполнения задачи, а также уменьшается пропускная способность общей шины [3].

Вторая модель является подобной, однако в составе данной системы используется спроектированный контроллер памяти (КП). КП обеспечивает самостоятельную транзакцию чтения/записи в память, т.е. процессор, выдав контроллеру памяти команды и данные для операции с памятью, освобождает шину для других процессоров и продолжает свою работу. У контролера памяти так же имеется буферы на чтение и на запись, что позволяет КП принимать команды сразу от нескольких процессоров.

Во время моделирования число процессорных узлов изменялось от 2 до 8, интенсивность входного потока при этом составила от 0,0166 до 0,0664. Значение производительности процессорного узла при частоте 500 МГц — 320 млн.оп.с., цикл памяти составил 32 нс.

Результаты проведенного исследования моделей показали, что в системе без контроллера памяти обслуживающее устройство, моделирующее общую шину, перегружается, при увеличении процессоров до 6. В системе с контроллером памяти значения загрузки, при 8 процессорных узлов, в два раза ниже, что говорит о повышении пропускной способности шины.

Получены следующие данные средних времен ожидания в очереди и пребывания в зависимости от количества процессоров. В модели с традиционной архитектурой значения варьировались от 14,18 до 138 нс. В модели включающей контроллер памяти результат составил от 8,04 до 80,93 нс. Исходя из этого можно говорить об уменьшении задержек в подсистеме «процессор-память» с применением КП.

Таким образом, применяя принцип реконфигурируемости при проектировании специализированных вычислительных систем, можно использовать одну аппаратную вычислительную платформу под различный класс задач обработки аэрокосмических данных. Процесс моделирования, рассмотренный в данной работе, с помощью теории массового обслуживания уменьшает время на проектирование, разработку, а также снижает затраты на дорогостоящие экспериментальные аппаратные исследования.

Рабора выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 19-37-90093.

Список литературы:

1. Злобин В.К., Обработка аэрокосмических изображений / Злобин В. К., Еремеев В. В. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 288 с. — ISBN 5-9221-0739-9 — Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [Электронный ресурс]. — URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922107399.html (дата обращения: 05.02.2020). — Режим доступа: по подписке.

2. Таненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера. 6-е изд. — СПб.: Питер, 2013. — 816 с.: ил.

3. Мартышкин А.И. Разработка и исследование разомкнутых моделей подсистемы «процессор-память» многопроцессорных вычислительных систем архитектур UMA и NUMA // Вестник РГРТУ. — 2015. — № 54. — Ч. 1. — С. 121-126.

4. И.А. Каляев, И.И. Левин. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные системы для решения потоковых задач обработки информации и управления [Текст] // Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы» №2 2011 г. — С. 12-22

5. Клейнрок, Л. Вычислительные системы с очередями / Л. Клейнрок. — М.: Мир, 1979. — 600 с

Исследование и разработка способов адаптивного кроссплатформенного отображения текстовой информации на веб-сайте

Мартиросова К.М.
Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва
kristina8225@mail.ru

С увеличением проникновения информационных технологий во все сферы экономики и частной жизни людей, ростом разнообразия мобильных устройств и развитием технологий беспроводной связи все более актуальной становится задача обеспечения унифицированного

кроссплатформенного отображения текстовой информации на различных стационарных и мобильных устройствах.

На сегодняшний день по статистике посещаемости сайтов во всем мире более 50% пользователей используют устройства на базе операционных систем Android и iOS [1], имеющие различные размеры и разрешения экранов.

Адаптивная верстка веб-страниц сайта обеспечивает возможность автоматической подстройки отображения текстовой информации для наилучшего восприятия пользователем стационарного или мобильного терминального устройства с произвольным размером экрана и любой операционной системой. Единственным требованием является наличие веб-браузера с поддержкой стандарта HTML5. В настоящее время все современные браузеры поддерживают стандарт HTML5.

Предпочтение поисковых систем при ранжировании результатов поисковой выдачи веб-сайтам с адаптивной версткой и распространение мобильных устройств заставляет владельцев сайтов задумываться над модернизацией имеющихся веб-сайтов, созданных до появления требований по унифицированному отображению информации на экранах различных устройств. В различных сферах профессионального использования информации также происходят существенные изменения, вызванные необходимостью получения всей необходимой информации не на стационарном рабочем месте, а мобильным пользователем непосредственно в месте его нахождения, например, на стройплощадке [2] или на объекте обслуживания [3].

Адаптивное отображение текстовой информации предусматривает изменение размеров видимой части веб-страницы для распределения значащего содержимого по ширине экрана устройства без горизонтальной прокрутки. Такое распределение предусматривает изменение размеров информационных блоков на веб-странице, комбинирование и скрытие некоторых навигационных и второстепенных элементов, увеличение размеров оставшихся навигационных элементов для нажатия пальцами, а также изменение размера шрифта заголовков, абзацев, списков, ссылок и других текстовых элементов для наилучшего восприятия в соответствии с размером и разрешением экрана терминального устройства.

В данной работе предложена методика модернизации различных типов веб-страниц, которые могут встречаться на сайте, для перехода от обычной табличной или блочной верстки к адаптивной верстке. В работе рассмотрена модернизация обычных текстовых страниц с отдельными изображениями, страниц и лент блогов, страниц форумов, а также различных динамически генерируемых блоков-виджетов для вывода контента из различных компонентов на произвольных страницах сайта. Для этого были проанализированы существующие способы верстки и различные подходы к адаптивной верстке. Предлагаемая методика является наиболее подходящей для существующих веб-сайтов, поскольку она позволяет модернизировать уже имеющиеся страницы сайта для адаптивного кроссплатформенного отображения изменением только шаблонов отображения информации без необходимости создания полностью новой программной реализации вокруг уже имеющихся данных.

Таким образом, предлагаемое решение позволит создать удобный для пользователя сайт с адаптивным интерфейсом без масштабной переделки. При просмотре его страниц не возникнет проблем на любом устройстве, что позволит увеличить посещаемость сайта.

Список литературы:

1. Operating System Market Share Worldwide. Jan 2019 — Jan 2020 [Электронный ресурс] // StatCounter Global Stats. — Режим доступа: https://gs.statcounter.com/os-market-share (дата обращения 14.02.2020).

2. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н. Автономные веб-приложения для систем обработки космической информации [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». 2015. №82. — Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=58832 (дата обращения 14.02.2020).

3. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Концепция систем дистанционного мониторинга процессов производства и испытаний аэрокосмической техники на основе многошлюзовой беспроводной сенсорной сети с автономным веб-приложением // Научно-технический вестник Поволжья. 2015. № 4. С. 58-61.

Prometheus — средство мониторинга серверов

Мартынова Д.Е.
МАИ, Москва
dashka-martynova@mail.ru

При работе с большими объёмами данных практически вся информация хранится на удаленных серверах. Чтобы оценить производительность сервера мы используем различные программы мониторинга. Чем больше компонентов в ваше системе (микросервисов), тем большая нагрузка на нее, тем дороже время простоя, оме важнее иметь хорошую систему мониторинга. Одной из самых популярных программ мониторинга на данный момент является Prometheus. Данная программа не является готовым программным решением, её можно собрать персонально для себя и для тех задач, которые вы собираетесь решать.

Prometheus — программа для мониторинга данных. Что такое мониторинг? Мониторинг — это постоянное наблюдение за какими-то процессами, то есть постоянный сбор метрик, и предоставление этих метрик в понятном для человека виде: графики, таблицы, уведомления, отчеты. Так же то инструмент анализа происходящих процессов в системе. Метрики — это какие-то интересующие нас данные процессов, например: загрузка процессора, памяти, диска компьютера, как быстро идет чтение/запись в базах данных и т.д.

Как было написано выше, Prometheus собирается из отдельных компонентов, которые общаются между собой через http и настраиваются в yaml-конфигах. Основным является — Prometheus Server, тут хранятся все собранные метрики, так же имеет простой веб-интерфейс, чтобы на них смотреть. Далее к Prometheus устанавливаются помощники экспортеры (exporter или target). Они собирают метрики с различных сервисов например: база данных и системы компьютера. Одним из самых распространённых экспортёров по мониторингу системы компьютера является Node_export, собирает данные по загрузке процессов, памяти, диска, сети и т.д. Для сбора метрик с MySQL-севера существует экспортер — mysql_export. Если по каким-то причинам вас не устраивают предоставленные экспортеры, вы можете написать свой для своего сервиса. Для получения уведомлений о сбоях, перезагрузках, ошибках сервера существует программа для уведомлений — Alertmanager. Данный сервис отправит вам сообщение на почту, Slack, Hipchat, Pagerduty. Так же для лучшей визуализации рекомендуется установить графический сервис — Grafana.

Все пакеты очень легко установить на компьютер/сервер, так же есть возможность запустить все из Docker-контейнера.

Разработка портативного многофункционального ручного прибора с целью измерения параметров окружающей среды и их анализа для применения в геологоразведке, МЧС, космонавтике, метеорологии и других сферах

Матасов Н.А.
ЯрГУ им. Демидова, Ярославль
matasov44@gmail.com

В рамках проекта с "нуля" ведется разработка ручных гаджетов для помощи людям в исследованиях в различных сферах деятельности. Предлагается компактное ручное устройство для оптимизации и эффективности работ. Специалистам не придется носить с собой большое количество, иногда крупногабаритного, специализированного оборудования, будет достаточно устройства, которое помещается в карман. В дальнейшем предлагается подключение точного оборудования к прибору, которое на данном техническом уровне не может быть миниатюризировано, для снятия телеметрии на месте и её анализа. _x000B_Данное устройство будет модульным, что позволит на базе одной платформы выпустить ряд специализированных устройств для разных задач, специалистов и служб.

Разрабатываемая система будет собирать информацию с необходимых пользователю датчиков и выводить полученные данные на экран. При необходимости, система записывает

данные на носитель и оперирует массивом данных (графики, зависимости, необходимые результаты).

Например, в сфере геологии необходимо оперативно получать данные о кислотности и влажности почвы. Разрабатываемый прибор производит замер, обрабатывает данные компьютером, выводит значения на экран и, если необходимо, строит пользователю график зависимости или изменения определенной характеристики. Конечный потребитель в данном случае ученый или специалист.

Универсальный анализатор окружающего мира значительно облегчит жизнь многим людям: специалистам, путешественникам и пр. Например, есть запрос от альпинистов иметь с собой карманный компьютер, который поможет им рассчитать оптимальное время для подъема на вершины, измеряя перепады атмосферного давления и температуры. Существует потребность для спасателей (МЧС) по наличию прибора, который позволит во время поисковых работ/завалов сканировать чувствительным микрофоном и тепловизором пространство и фиксировать нахождение человека.

К тому же, учитывая нехватку технических специалистов в данный момент в нашей стране, с помощью этого устройства можно не только упрощать повседневную жизнь, но и популяризировать науки, визуализируя мир вокруг нас (электрические и магнитные поля), проводя интересные опыты, замеры, работы.

Публичная облачная система хранения данных, включающая в себя файловое и блочное хранилища

Мелешко С.А.
Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва
serafim.meleshko@yandex.ru

Одной из самых актуальных проблем в настоящее время является возможность структурированного хранения больших объемов данных. В качестве одного из решений может рассматриваться создание облачного хранилища данных, обладающего надежностью и удобным доступом к информации из любой точки земного шара.

При проектировании конфигураций были сформулированы следующие требования, которым должна отвечать облачная система: отказоустойчивость, возможность горизонтального и вертикального масштабирования, способность работать с большим количеством пользователей одновременно, наличие большого дискового массива.

В процессе изучения данного вопроса из множества программно-аппаратных средств, подходящих для создания облачной системы хранения данных, включающей в себя файловое и блочное хранилища, были выделены несколько конфигураций будущей системы. Эти конфигурации были подвергнуты сравнительному анализу, и была выбрана конфигурация, которая наиболее точно отвечает поставленным задачам.

В процессе выбора операционной системы основными факторами являлись: надежность, доступность, производительность, безопасность, наличие большого сообщества пользователей. Наилучшим образом под эти параметры подошла операционная система Ubuntu.

Следующим шагом стал выбор набора прикладных программных компонентов для облачных сервисов. Учитывая специфику проектируемой системы выбор был сделан в пользу OpenStack — системы с открытым исходным кодом для создания управляемой облачной платформы. Данная система позволяет решать задачи, связанные с вычислениями, хранением данных и управлением сетевыми ресурсами центра обработки данных, а также предоставляет систему мониторинга.

OpenStack является модульной системой, в которой механизм авторизации, разделения прав доступа пользователей осуществляется с модуля Keystone [1] — это кодовое имя сервиса OpenStack Identity, который при посредстве API-интерфейса OpenStack предоставляет такую функциональность, как токены, политики и каталоги.

Объединение серверов OpenStack в облако осуществляется модулем Neutron [2]. Этот модуль предназначен для построения эластично масштабируемой системы управления рабочими нагрузками. Он предоставляет уровень абстракции Networking, что позволяет обеспечить вычислительным узлам связь друг с другом и доступ к внешнему миру с эффективной и надежной изоляцией трафика различных пользователей. Благодаря этому инфраструктурное решение на базе OpenStack может одновременно использовать множество арендаторов, а также решается ряд проблем безопасности, возникающих в публичных и частных облачных системах.

Модуль Networking поддерживает большое количество плагинов, которые обеспечивают интеграцию с другими сетевыми сервисами. Этот модуль предоставляет арендаторам облачных ресурсов API-интерфейс, с помощью которого они могут конфигурировать гибкие политики и создавать изощренные сетевые топологии, например, для поддержки многоуровневых веб-приложений [3, 4]. API-интерфейс компонента OpenStack Networking базируется на простой модели абстракций (виртуальные сети, подсети, порты) для описания сетевых ресурсов.

Таким образом, конфигурация облачной системы хранения данных на базе OpenStack полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к публичной облачное системе хранения данных, включающей в себя файловое и блочное хранилища.

Список литературы:

1. Keystone, the OpenStack Identity Service [Электронный ресурс] // OpenStack Docs — Режим доступа: https://docs.openstack.org/keystone/latest/ (дата обращения 19.02.2020).

2. Welcome to Neutron’s documentation! [Электронный ресурс] // OpenStack Docs — Режим доступа: https://docs.openstack.org/neutron/latest/ (дата обращения 19.02.2020).

3. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н. Автономные веб-приложения для систем обработки космической информации [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». 2015. №82. — Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=58832 (дата обращения 19.02.2020).

4. Гинзбург И.Б. Отказоустойчивые веб-интерфейсы для геоинформационных систем с использованием данных дистанционного зондирования Земли // Научно-технический вестник Поволжья. 2016. № 4. С. 72-75.

Разработка проекта сети передачи данных одного из районов города Ступино

Мираускайте К.Э., Блохин К.Г.
Научный руководитель — Лезжова А.М.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
KrisMira@mail.ru

Объектом исследования является один из районов города Ступино.

Цель работы — проектирование и изучение функционирования сети передачи данных выбранного района города. Благодаря личному опыту работы в компании, предоставляющей телекоммуникационные услуги в городе Ступино по рассматриваемому району, в качестве прототипа сети использовалась сеть передачи данных, предоставленная провайдером.

В ходе работы над проектом был выделен Центр управления (далее ЦУ), выбран кабель оптический подвесной с центральным силовым элементом из стеклопластика, вокруг которого скручены оптические модули, содержащие до 24 оптических волокон, и кордели, с выносным силовым элементом, в защитной шланговой оболочке из полиэтилена: ОКПМ-10-02-0,22-24-(9,0), ОКПМ-10-02-0,22-16-(9,0), ОКПМ-10-02-0,22-12-(9,0), ОКПМ-10-02-0,22-8-(9,0); отвечающий основным требуемым качествам: удобство и быстродействие; обеспечен доступ к сети Интернет для каждого абонента; выбрано сетевое оборудование Коммутатор D-Link DGS-3612G, 1 шт.; Коммутатор D-Link DES-1210-52/ME, 72 шт.; рассчитаны информационные потоки (5000 абонентов, 900,595 Мбит/с) и смета затрат материалов и оборудования СПД.

Для обеспечения надежности сети были предприняты следующие действия:

В каждом доме коммутаторы располагаются либо на чердаках, либо в подвалах, в зависимости от технических условий.

Также все коммутаторы 3 уровня соединены между собой оптоволокном. Это необходимо для того, чтобы при каких-либо технических неполадках физического характера наши абоненты оставались с доступом к сетевым ресурсам.

Системные администраторы трудятся в едином центре (ядро). Делятся на 2 вида:

1. Занимаются настройкой оборудования и отслеживанием работоспособности сети;
2. Работают с клиентами.

На наш район будет достаточно 1-го системного администратора, который занимается настройкой оборудования, и 4-ех администраторов, которые будут работать с клиентами.

Тестирование после проектирования проводилось с помощью сервера Zabbix, который выполняет мониторинг каждого коммутатора и является одним из серверов сбора информации, например, общей скорости, максимальной скорости, мгновенной скорости. Тестирование показало, что в один из дней общая скорость информационного потока по всему городу была 700 Мбит/с.

Внедрение технологии виртуальной и дополненной реальности в процессы эксплуатации воздушного судна и обучения авиационного персонала

Митрофанов С.Ю.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Рыбников С.И.
МАИ, Москва
mitrofanov94@mail.ru

Виртуальная реальность (virtual reality) — комплексная технология, позволяющая генерировать с помощью компьютерных программных и технических средств трехмерную цифровую среду, передаваемую человеку через его ощущения и представляющую собой подобие окружающего реального мира.

Дополненная реальность (augment reality) — комплексная технология, позволяющая интегрировать информацию с объектами реального мира в форме текста, компьютерной графики, аудио и иных сенсорных данных в режиме реального времени, расширяющая пользовательское взаимодействие с окружающей средой и улучшающая восприятие информации о ней.

Задачи и предлагаемые решения в области отечественной и гражданской авиации:

• Разработка и внедрение стендов виртуальной реальности в процессы подготовки специалистов по техническому обслуживанию авиационной техники, проектированию воздушного судна и оценки эргономики кабины самолёта;

• Разработка мобильных приложений с применением технологий дополненной реальности, отражающих возможности по демонстрации трехмерных представлений агрегатов воздушного судна и повышению эффективности работы с эксплуатационной документацией;

• Внедрение мобильных приложений в процесс эксплуатации и послепродажного обслуживания воздушных судов

• Качество практической подготовки специалистов по техническому обслуживанию воздушных судов с применением стенда виртуальной реальности;

• Время необходимое для оценки последовательности действий при демонтаже/монтаже агрегата с использованием мобильного приложения дополненной реальности;

• Время поиска необходимой технологической карты в эксплуатационной документации с использованием мобильного приложения дополненной реальности.

О вопросе модернизации системы учета движения нефти и нефтепродуктов

Мустафина А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
mustafina-albina97@yandex.ru

Одной из основных проблем предприятий нефтепродуктообеспечения является учет потерь нефтепродуктов. При нарушениях процессов их приема и хранения до отпуска конечному потребителю присутствует высокая вероятность финансовых потерь. Это может быть из-за неопределенности перекачиваемого или хранимого нефтепродукта, отсутствия реальных остатков, которые в результате приводят к невозможности сведения массового баланса предприятия [1]. Не менее важен точный учет нефтепродуктов для отчета предприятия конечным поставщикам, потребителям.

Потери нефти и нефтепродуктов обусловливаются как специфическими их свойствами, так и условиями перекачки хранения, приёма, отпуска, техническим состоянием средств транспорта и хранения [2]. Поэтому необходимо соблюдение действенных мер по борьбе с ними. Иначе они будут возрастать пропорционально росту добычи нефти и потреблению нефтепродуктов.

Расчет потерь проводится с целью:

- Учета движения масс между объектами;
- Обеспечения статистического контроля;
- Формирования отчетных форм;
- Минимизации простоя движения и др.

Несмотря на то, что в последнее время успешно применяют различные средства сокращения потерь (аппаратные и технические), проблема их учета остается актуальной, поскольку необходимо каждый раз повышать точность расчетов и надежность системы в целом.

Автоматизированное рабочее место учета движения нефти позволяет обрабатывать данные по резервуарным паркам. При помощи соответствующих методик встроенный программный модуль вычисляет массу и объем нефти и нефтепродукта. Стоит отметить, что различные компании используют свои методики расчета потерь.

В системе учета движения нефти и нефтепродуктов главным является оперативность ввода и достоверность отображения данных. Однако в существующей системе операторы вводят первичные данные вручную, что влияет на время процесса, а также может способствовать возникновению ошибок из-за присутствия человеческого фактора. Все это снижает эффективность работы предприятий нефтепродуктообеспечения. Поэтому необходима модернизация системы учета движения нефти и нефтепродуктов, а именно исключение звена ручного ввода.

Список литературы:

1. Ковбаса Н.И., Федоров В.Н. Применение PI System в ОАО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ОМСКИЙ НПЗ». — 2014. — с.15-21.

2. Транспортировка нефти на нефтеперерабатывающие заводы и полученных продуктов к потребителю URL: https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65635b2ad78a4c53b89421206d36_0.html (дата обращения: 15.02.2020)

Анализ последствий частичных отказов в программных системах на базе сервис-ориентированных архитектур

Насырова Р.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гвоздев В.Е.
УГАТУ, Уфа
nasyrova.rima@yandex.ru

Идея сервис-ориентированной архитектуры (service-oriented architecture, SOA) возникла в конце 1980-х и сводится к нескольким положениям: сочетаемость приложений, ориентированных на пользователей; многократное использование бизнес-сервисов; независимость от набора технологий. Под сервисом понимается способ предоставления ценности заказчикам через содействие им в получении результатов на выходе, которых заказчики хотят достичь без владения специфическими затратами и рисками.

Важной задачей является исследование последствий от полного или частичного отказа сервисов. В данной работе для исследования программной системы, являющейся совокупностью взаимосвязанных и взаимозависимых сервисов, использован аппарат схем сопряжения, представляющий собой формальную схему (А-схема). В качестве агрегата, имеющего несколько входов и несколько выходов, представлен сервис, у которого, в отличие от агрегатов в классических А-схемах, также учитывается внутренняя логика связей входов и выходов. Таким образом, становится возможным применение понятия частичного отказа сервиса, так как необязательно, что отказ произойдет на каждом из его выходов. И, следовательно, становится возможным проанализировать значимость отказов выходов каждого из сервисов. Значимость отказа сервиса характеризуется несколькими показателями. В данной работе схема сопряжения сводится к графу, для которого проведен расчет степеней центральности вершин; исследовано то, на сколько других вершин повлияет отказ каждой из них; проанализировано влияние отказа каждой из вершин на состояние и поведение системы.

Предложенный алгоритм позволяет определить, отказ каких сервисов ведет к наиболее тяжелым последствиям для системы, и, таким образом, создает предпосылки для обоснованных принятий решений по обеспечению эффективного её функционирования.

Благодарности

Работа поддержана грантом РФФИ 19-08-00177 «Методологические, теоретические и модельные основы управления функциональной безопасностью аппаратно-программных комплексов в составе распределенных сложных технических систем».

Построение безопасного протокола для распределенного хранения данных в условиях небезопасного окружения

Неврев С.А.
Научный руководитель — Дзюба Д.В.
МАИ, Москва
mehakun1@gmail.com

На сегодняшний день возникли предпосылки в уходе от централизованных облачных платформ в решении сложных вычислительных задач, связанных с аналитикой данных и автоматизацией принятия решений.

Потребность в построении решений, связанных со сбором и обработкой большого количества информации достаточно велика — открываются специализированные кафедры в высших учебных заведениях, компании предоставляют собственные решения или используют имеющиеся.

Развитие вычислительных мощностей портативных устройств дало возможность делать существенную часть вычислений "на месте" не передавая данные в центр обработки. Это дает возможность добиться существенной экономии на пересылке данных и уменьшить время принятие решения для критичных задач. Так мобильные камеры видео-фиксации

правонарушений в общем случае не пересылают весь поток видеоданных ЦОДД, а производят обнаружение правонарушений "на месте" и передают в центр только информацию о свершившихся фактах с доказательной базой.

При этом упомянутые системы являются распределенными — центр обработки для внешнего пользователя является единой сущностью, но может состоять из множества машин, расположенных в разных местах, камеры разбросаны по территории города и его области.

Если в распределенной системе данные являются общими и разделяются между узлами, то возникает проблема синхронизации данных между узлами. Нам необходимо построить такую систему, в которой любой момент времени мы уверены, что данные, которые мы считываем наиболее свежие, и в них нет искажений или потерь. Решению этой задачи и будет посвящена данная работа.

Наша система предназначена для организации работы распределенного реестра, то есть каждый узел системы содержит её актуальное состояние, и при обновлении общего состояния обновляет и своё. Нам необходимо обеспечить надежность хранения данных, за это отвечает протокол RAFT, и защищенность от внешних атак — зона нашей ответственности, так-как выбранный протокол рассчитан на защищенную среду и доверие узлам системы.

Наше исследование не является первым в данной области, были изучены работы и публикации: Ting-Chi Yeh, Shan He, Yujian Zhang, Yu-Cheng Lin under guidance of professor Ming-Hwa-Wang “Byzantine Fault Tolerant RAFT”; Christopher Copeland, Hongxia Zhong “Tangaroa: a Byzantine Fault Tolerant Raft; Dennis Wang, Nina Tai, Yicheng An “Byzantine Fault Tolerant Raft”.

Сделав введение, можно начать рассматривать уязвимости протокола. Мы считаем, что читатель ознакомился с протоколом, в обратном случае рекомендуем наглядную визуализацию, находящуюся по ссылке http://thesecretlivesofdata.com/raft/

Злоумышленник может перехватывать информацию при общении узлов (MiTM-атака) и не только искажать её, но и представляться узлом. Для устранения данной уязвимости каждый узел будет иметь пару публичный-приватный ключи, которые будут использоваться для подписи сообщений и аутентификации узлов;

Если система поддерживает динамическое добавление узлов, то к ней в время выбора лидера может присоединиться n + 1 злоумышленников, где n — текущее количество узлов системы, и избрать лидером одного из своих соучастников приведя систему в произвольное состояние. Причем узлы-злоумышленники как могут иметь записи, так и нет. Одним из первых шагов является ограничение количества подключений в промежуток времени t, который можно положить равным времени голосования, таким образом, что за это время может подключиться k <= n / 2 новых узлов. Затем, может возникнуть ситуация подключения узла, сфабриковавшего хранилище и объявляющего себя как имеющего более актуальную информацию или поздний терм, что позволит ему в терм голосования избраться лидером и вносить произвольную информацию в систему. Бороться с этим можно путем подписи вносимых данных клиентом и проверкой хранилища узла-кандидата;

Отсутствие проверки количества голосований узла за кандидатов может привести к разделению системы или задержке возобновления работоспособности. На данный момент разумное отражение атаки не найдено.

Таким образом нами выявлены некоторых векторы атаки на незащищенную RAFT-систему и предложены способы их устранения. Полученный протокол может быть использован для создания независимых мессенджеров, IoT-сетей и распределенных конечных автоматов на устройствах клиентов.

Анализ потенциала технологии блокчейн для авиационного сектора

Никитин А.В.
ГосНИИ ГА, Москва
nikitin@atminst.ru

Технология блокчейн обладает высоким потенциалом по исключению потерь, искажений и сохранению целостности данных, что позволяет с высокой долей вероятности гарантировать достоверность данных с момента их подготовки или санкционированного внесения изменений.

Сфера использования технологии блокчейн для авиационного сектора представляется крайне широкой, особенно в аспектах, затрагивающих обработку сложных и критически важных данных, например, выдача свидетельств авиационному персоналу, техническое обслуживание воздушных судов, работы эксплуатационные или с грузовыми ведомостями.

В рамках анализа вариантов использования технологии блокчейн для авиационного сектора, были выделены основные направления, которые определены руководящими документами ИКАО [1, 2]:

• Учет аспектов безопасности цепи поставок — одно из ключевых направлений при обеспечении безопасности в авиационном секторе из-за прямой зависимости от качества и надёжности поставщиков услуг. Применение технологии блокчейн позволит зафиксировать данные обо всех этапах жизненного цикла деталей, выполнения услуг или передачи данных, что позволит оптимизировать бизнес-процессы и повысить их прозрачность и безопасность. Сочетая блокчейн с интернетом вещей, подрядчики, перевозчики и производители смогут отслеживать местонахождение, условия хранения и проведение технических проверок, а также зафиксировать неполадки.

• Усиление контроля за техническим обслуживанием и ремонтом воздушных судов — введение единого цифрового «паспорта» воздушного судна и проведенных регламентных работ позволит усложнить установку контрафактных деталей и подделку информации о проведенных технических работах за счет достоверных технических данных о состоянии самолётов.

• Безопасный обмен аэронавигационной информацией — блокчейн позволяет добиться выполнения одного из условий качества аэронавигационной информации согласно

Приложению № 15 [1] — целостности данных, то есть гарантии того, что аэронавигационные данные и их значения не были утеряны или изменены с момента подготовки данных или санкционированного внесения поправок.

• Снижение финансовых издержек — технология блокчейн позволяет производить моментальную оплату между контрагентами без предоплаты, банковских гарантий и финансовых рисков для участников сделки. Это в несколько раз повышает оперативность финансовых операций, сокращает трудозатраты и позволяет извлечь прямой экономический эффект. Данное преимущество уже нашло свое отражение при оплате и заправке авиатоплива: авиакомпанией S7 и компанией «Газпром нефть» в аэропорту Толмачево уже реализован данный подход.

Несмотря на множество преимуществ этой технологии, её интеграция в существующие системы может создать много проблем и привести к фундаментальным изменениям в структуре современных авиационных систем. В связи с этим необходимы дополнительные исследования, которые позволят определить перечень необходимых мер по внесению существенных корректировок в соответствующие правила, процедуры и обязанности, принятые в авиационном секторе для развития технологии блокчейн в отрасли.

Список литературы:

1. Приложение 15. Службы аэронавигационной информации. // Приложение 15 к Конвенции о международной гражданской авиации. 16-е изд. / ИКАО, 2018, июль.

2. Приложение 17. Безопасность. // Приложение 17 к Конвенции о международной гражданской авиации. 10-е изд. / ИКАО, 2017, июль.

Автоматизированный анализ художественных произведений

Парубчишин А.Ю.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Лемтюжникова Д.В.
МАИ, Москва
alex.paru95@gmail.com

Человек накапливает знания об окружающем его мире: мы постоянно узнаём новое и выстраиваем различные связи между элементами внутренней базы знаний. Именно владение системой знаний является предпосылкой способности решать задачи. Для того, чтобы научить этому компьютер необходимы: формализация некоторой системы знаний, передача её формальной части в виде алгоритма, создание самостоятельной программы обучения, включающей часть системы, которая не может быть формализована.

Наиболее релевантным ресурсом для извлечения информации являются литературные произведения. Они содержат плотный по смыслу контекст и могу быть проанализированы с помощью методов машинной обработки текстов. Художественная литература особенно подходит для исследования методов извлечения знаний. В ней есть описание некоторого мира, действующих лиц, определенное развитие сюжета и целостность. Отдельно стоит отметить, что существует достаточное количество экспертов и исследовательских работ, которые можно использовать для корректировки результатов обучения. Если удастся выработать набор методов успешно работающий на художественной литературе, то следующим шагом станет исследование потенциала сильного интеллекта.

В данной работе рассматривается задача автоматического извлечения информации из художественных произведений. Для решения этой задачи создан программный продукт, который комбинирует методы обработки естественного языка и машинного обучения. В результате он позволяет составить список персонажей, построить семантическую сеть произведения по главам и определить эмотивную тональность взаимоотношений между действующими лицами в целом и в течение повествования.

В планах по дальнейшему развитию данного проекта следующее: повышение точности анализа, автоматическое построение, модификация и слияние онтологий, а также расширение возможностей по взаимодействию с конечным пользователем; вопросно-ответная система и гибкая визуализация полученных знаний.

Клиент-серверная информационная система по навигационным приборам и датчикам с использованием MS SQL SERVER

Платонов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Белобжеский Л.А.
МАИ, Москва
Arm.platonov@gmail.com

Наиболее важным в создании и разработке современных навигационных измерительных систем является возможность быстрого и качественного получения информации о существующем оборудовании. Доступ к такой информации должен иметь весь коллектив разработчиков предприятия и именно в этот момент возникает потребность в клиент-серверном приложении по навигационным приборам и датчикам. В докладе рассматривается многопользовательская база данных (БД), созданная на основе системы управления базами данных MS SQL Server.

Структура клиент-сервер определяет общие принципы взаимодействия между компьютерами и все нюансы скрыты от пользователя. БД состоит из двух частей: серверной и клиентской. Серверная часть отвечает за хранение и безопасность данных, а клиентская за взаимодействие пользователя с БД. В ходе разработки применялись функции для обеспечения безопасности информации, а именно: резервное копирование и репликация, что позволяет в автоматическом режиме отправлять данные на резервный сервер. Понимая, что доступ к

данным должны иметь только сотрудники, для безопасной работы была реализована идентификация пользователя. Каждый пользователь имеет свой личный логин и пароль, который доступен только ему и администратору базы данных. Права пользователей разделяются на категории для того, чтобы не нарушалась целостность информации, представленной в БД. Клиентское приложение реализовано на высокоуровневом языке программирования C#, что позволяет сделать интерфейс отзывчивым, функциональным и удобным. Благодаря приложению пользователь получает возможность добавления и редактирования информации о датчике или приборе. Но главной задачей остается поиск, который реализован на высоком уровне и позволяет задавать большой перечень параметров поиска и сортировки. Данная клиент-серверная информационная система создана для просмотра информации о навигационных измерительных устройствах и позволяет уменьшить временные затраты на поиск необходимых данных, упрощая работу персонала предприятия и давая возможность ускорить процесс разработки. Программа эффективно и надёжно справляется с поставленной задачей, а также получает обновления, расширяющие её функционал.

Список литературы:

1. Бондарь Александр. MICROSOFT SQL SERVER 2014. — БХВ-Петербург, 2015. ISBN 978-5-9775-3492-5.

2. Белобжеский Л.А., Кривинская А.Б. Модернизация информационно-справочной системы по датчикам с помощью современных информационных технологий. — «Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации». Труды XX международного научно-технического семинара. Сентябрь 2011 г., Алушта, — Пенза: Изд-во ПГУ, 2011, С.232-233.

Разработка программно-аппаратного комплекса «Ассистент преподавателя»

Плотникова Н.О.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Ляпина С.Ю.
МАИ, Москва
natasha.8606711@gmail.com

В числе современных разработок, интегрирующих новые возможности информационных технологий и приборостроения, почти нет решений, ориентированных на поддержку работы преподавателей в аудитории, а те решения, которые все-таки дошли до аудитории, ограничиваются улучшением визуализации сопровождения занятий (проекторы, интерактивные доски, проекционные панели и др.), однако радикально не меняют собственно технологии проведения занятий. Есть также платформы для размещения учебных материалов с электронными журналами и документооборотом учебного процесса, но, по оценкам преподавателей, они не упрощают, а усложняют работу, так как возрастают затраты времени на ввод данных и настройку данных систем под конкретную дисциплину. Как и сотни лет назад — с момента появления первых университетов и академий — у преподавателя вуза в аудитории остается много рутинных и лишь опосредованно влияющих на качество формируемых компетенций обязанностей: учет присутствия и активности студентов в аудитории, выставление оценок за ответы и решения, ведение персонифицированных опросов и дискуссий, поддержание рабочей дисциплины и др. В небольших учебных группах, численностью до 20 чел., подобные действия, как правило, к середине семестра не вызывают никаких сложностей у преподавателей: к 3-4 занятию они в большей своей массе запоминают имена и лица практических всех студентов. Тем не менее, необходимость повышения экономической эффективности работы вуза в настоящее время обусловливает рост численности студентов в группах в университетах почти в 2 раза, одновременно повышается аудиторная нагрузка на преподавателей, которые вместо 1-2 групп проводят занятия в 5-7, то есть среднестатистический преподаватель российского университета вынужден запоминать каждый семестр примерно в 10 раз больше студентов, чем его коллега 30 лет назад.

Разработан прототип программно-аппаратного комплекса, существенно упрощающего работу преподавателя вуза в новых условиях: «Smart-ассистент преподавателя» представляет собой упрощенные и облегченные очки дополненной реальности, совмещённые с видеокамерой и связанные с планшетом по беспроводной связи. Этот комплекс позволяет автоматизировать процедуру внесения в журнал успеваемости отметок о посещении занятий, «подсказать» преподавателю фамилию, имя и отчество студента, проецируя их на поверхность очков, а также, не отвлекаясь на поиск нужной строки в журнале, зафиксировать выставленную оценку по ходу занятия, которая автоматически заносится в соответствующую графу и строку журнала. Остальные функциональности соответствуют традиционным электронным журналам или интегрируются с существующими в вузе платформами поддержки и сопровождения учебного процесса. Дополнительными преимуществами программно-аппаратного комплекса «Smart-ассистент преподавателя» являются: (1) возможность его автономной работы в течение 6-8 часов (в зависимости от емкости батареи планшета) и при отсутствии доступа в интернет, (2) открытая IT-архитектура, позволяющая интегрировать его в любые образовательные платформы при необходимости или упаковывать данные о студентах в требуемом формате; (3) понятность интерфейса, простота настройки и легкость навигации. Использование программно-аппаратного комплекса «Smart-ассистент преподавателя» при проведении занятий позволяет: (а) повысить интенсивность и результативность занятий за счет высвобождения времени рутинных операций (перекличка, поиск студента в журнале и др.); (б) исключить ошибки при выставлении оценок; (в) персонифицировать коммуникации со студентами с первого занятия; (г) значительно более эффективно решать вопросы поддержания дисциплины и порядка в аудитории. Таким образом, можно предположить, что данный Программно-аппаратный комплекс «Smart-ассистент преподавателя» окажется востребованным у преподавателей российских университетов.

Интеллектуальные методы анализа микросреды высокотехнологичных предприятий

Полухина А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва
alena_poluhina@mail.ru

В современном мире инновации рассматривают в качестве основного фактора эффективного развития предприятия и повышения конкурентоспособности. Однако успех инновационный деятельности не ограничивается разработкой инноваций. Для улучшения инновационного продукта необходимо применять интеллектуальные методы анализа микросреды предприятий, чтобы укрепить свои позиции и быть на шаг впереди конкурентов в своих инновационных проектах, а также для упрощения сбора информации в них.

Поэтому любой процесс, который протекает на предприятии, требует использования определенных методов анализа для его функционирования, который зависит от адаптации данных с помощью программирования.

Под интеллектуальными методами анализа данных понимают обработку информации и выявление в ней тенденции, которая помогает принимать решения. [2] Интеллектуальные методы, стали применяться, для создания новых инновационных моделей, которые разрабатываются на основе информации, полученной с их помощью, с появлением большого числа данных. Это является одной ступеней использования данных методов в будущем. [1]

Ключевыми интеллектуальными методы являются: ассоциация, классификация, кластеризация, прогнозирование, дерево решений, нейронные сети. Было определено, что не существует идеального метода, так как каждый метод используется в зависимости от разных факторов: объема данных, скорости решения задачи, формата данных. [2]

Использование интеллектуальных методов анализа микросреды необходимо для дальнейшего развития инновационной деятельности предприятий и их адаптации к

быстроменяющимся условиям. Так как интеллектуальный анализ достаточно объемный процесс, поэтому в перспективе создание модели, которая помогла бы решить большой спектр задач на предприятии в минимальные сроки.

Список литературы:

1. Дюк В. А. Data Mining: Учебный курс. СПб.: Питер. 2019. 368 с.

2. Певченко С. С. Методы интеллектуального анализа данных // Молодой ученый. — 2015. — №13. — С. 167-169. — URL https://moluch.ru/archive/93/20875/ (дата обращения: 16.02.2020).

Краткий обзор способов унификация первичного мультизагрузчика современных носителей информации

Приходько Д.И.
Научный руководитель — Мокряков А.В.
РГУ им. А.Н. Косыгина, Москва
mitry1205@mail.ru

Современные технологии загрузочных интерфейсов претерпели существенные изменения. Появились новые стандарты обслуживания корпоративных информационных систем. Появление загрузочного интерфейса UEFI и новой разметки диска — GPT существенно поменяли существующие положения в компьютерном сервисе. А в 2012 г. произошло то, что должно было произойти — массовое внедрение прошивки UEFI взамен старому BIOS, и появление 2-х режимов загрузки.

На 2019 год, не зависимо от архитектуры, существуют 3 стандарта загрузки:

1. Загрузка как в BIOS.
2. UEFI простой вариант.
3. Security boot.

Стоит отметить, что для решения задачи по загрузке СОС в каждом стандарте существуют свои технические нюансы, и у которых есть очень серьёзные недостатки[1]:

1. Однобокость решений. В частности, есть много мультизагрузчиков либо для BIOS, или для UEFI. А некоторые могут поддерживать и Security boot. Примеры таких загрузчиков grub4dos[2], существующий только для BIOS, и refind — он существует лишь для UEFI.

2. Ограниченность универсальных решений. Существуют универсальные варианты загрузчиков — например syslinux, но он не может после себя загружать остальные загрузчики. Grub2 uefi не может загружаться с NTFS. UEFI:NTFS не имеет возможности загружаться в режиме security boot.

3. Сложность универсальных решений. Grub2 [3] как семейство очень универсально, но у него очень сложная система конфигурации, которая для многих является проблемой в виду разборки с системой команд.

Поэтому, на основе того, что существуют множество и других вариантов мультизагрузки на авторский взгляд нужно собирать следующие цепочки, состоящие из нескольких мультизагрузчиков и вспомогательных первичных, что позволяет создать максимально универсальный вариант, при котором будет практически безразлично с точки зрения, как команд, так и с точки зрения дистрибутивов, поскольку современные СОС к этому предрасположены, так или иначе.

Опытным путём было установлено, что лучшими наборами загрузки для СОС являются следующие:

1. Семейство для загрузки BIOS:

a. GRUB4DOS. Сравнительная простота установки и низкие требования к главной ОС.

b. Syslinux — простая установка (проще чем для предыдущего), но очень ограниченный набор команд.

2. Семейство для UEFI:

a. UEFI Refind — загрузка только для UEFI в обычном режиме. Большой функционал команд. Представляет собой промежуточный шлюз между UEFI и загрузчиком СОС.

b. Shim and Pre Loader — комплект для загрузки в режиме Security boot, по цепочке грузит все последние мультизагрузчики.

c. UEFI:NTFS — загружает NTFS драйвер и передаёт загрузку на следующий раздел.

3. Для режима Security boot было установлено, что цепочка, состоящая из набора комбинаций предыдущих позволяет снять ограничения безопасной загрузки (надо будет всего лишь вводить ключи UEFI, а там для этого всё там есть):

a. Для NTFS: Shim+Preloader+UEFI:NTFS+Refind. Это позволяет обеспечить загрузку в NTFS, из режима Security boot.

b. Для FAT: Shim+Preloader+Refind. Для разделов FAT этого достаточно.

Таким образом, в данном кратком обзоре, были описаны основные загрузчики, которые использовались в разработке программных комплексов для автоматизации процесса мультизагрузки носителей информации[4]. Выбор refind и grub4dos обусловлен ещё и тем, что они имеют схожий набор команд, что и позволяет в большинстве случаев произвести унификацию записей в конфигурационные файлы.

Полученные результаты будут применяться при написании диссертации.

Список литературы:

1. Зайченко А.А., Приходько Д.И. АНАЛИЗ ЗАГРУЗОЧНОГО ИНТЕРФЕЙСА INTELUEFI // Гагаринские чтения — 2019. Сборник тезисов докладов XLV Международной молодежной научной конференции. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Москва, 2019. С. 343.

2. Приходько Д.И. Исследование загрузочной системы на базе загрузчика grub4dos // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. сборник статей XI Международной научно-практической конференции: в 3 частях. 2018. с. 39-40.

3. Приходько Д.И. Методы оптимизации мультизагрузочных и установочных носителей // Научная дискуссия современной молодёжи: актуальные вопросы, достижения и инновации. сборник статей III Международной научно-практической конференции: в 2 ч. 2018. с. 13-19. — Электронная версия [naukaip.ru/wp-content/uploads/2018/03/МК-303-Сборник-Часть-1.pdf] — доступ 4.04.2019.

4. Приходько Д.И. «Методы автоматизированной установки мультизагрузчика Операционных систем» // ВКР. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство): 2019, с. 73.

Анализ и разработка метода восстановления изображений на смартфонах с использованием встроенных инерционных измерительных датчиков

Разумов П.Д.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Чернышов Л.Н.
МАИ, Москва
paw.razumow@yandex.ru

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что в наше время визуализация играет ключевую роль во многих различных областях, таких как астрономия, микроскопия или медицина, и это лишь малая часть из них. Из-за несовершенства измерительных устройств (ухудшение оптических характеристик, ограниченный размер датчиков, дрожание камеры) и нестабильности наблюдаемой сцены (движение объекта, турбулентность воздуха) полученные изображения размыты, зашумлены и имеют недостаточное пространственное или временное разрешение. Задача восстановления таких изображений является актуальной по сей день из-за её широкой распространенности.

Методы восстановления изображений пытаются улучшить их качество. Чаще всего в таких задачах мы не знаем никакой априорной информации о виде или типе размытия, а метод, который позволяет это сделать носит название слепая деконволюция, но, к сожалению, такие методы являются вычислительно сложными.

Давайте рассмотрим задачу восстановления в смартфонах. Безусловно сейчас смартфоны широко используются в качестве фотографических устройств. Часто из-за различных обстоятельств фотографии с камеры смартфона подвержены ухудшению качества, в результате чего мы получаем нерезкое зашумленное изображение. Тогда почему мы бы нам не записывать данные от встроенных гироскопов, чтобы определить траекторию движения камеры во время экспозиции, а затем используем её в качестве основы для удаления размытия с полученных фотографий, таким образом мы отойдем от метода слепой деконволюции, начальную информацию мы получим с вращательных инерционных датчиков.

Этот метод имеет преимущество, ведь гироскоп является устройством, которое способно реагировать на изменение углов ориентации тела, на котором оно установлено, относительно инерциальной системы отсчета. Таким образом гироскоп позволяет измерить скорость вращения устройства, соответственно для того, чтобы привести скорость к углу поворота мы должны её интегрировать. Благодаря измерениям гироскопа становится возможной одновременное подавление скачков ориентации с сохранением действия фильтра, фактически мы получаем аналог низкочастотного фильтра без какой-либо задержки, при визуализации наблюдается "плавность" при вращении объекта.

В докладе подробно рассматривается постановка задачи и кратко описаны методы их решения.

• Постановка задачи

Разработать мобильное приложение, которое позволяет получать резкие изображения из размытых на основе полученной информации с гироскопов смартфона.

• Функции приложения

Получение информации с гироскопов устройства

Восстановление размытого изображения за приемлемое время (никто не любит долго ждать)

Получение и сохранение восстановленного изображения

Для реализации поставленной задачи использованы следующие технологии:

• Язык программирования Dart

• Flutter является SDK с открытым исходным кодом для создания мобильных приложений от компании Google.

• Библиотека — Foundation

• Наборы виджетов на основе Material design

Таким образом, была описана актуальность и необходимость разработки такого приложения и начат процесс по разработке программы для восстановления размытых или расфокусированных изображений, также в дальнейшем необходимо произвести тестирование и сравнительный анализ с возможными аналогами.

Система опроса жизнедеятельности миллиона объектов по сети

Романенко Е.В.
МАИ, Москва
eeeee_rmn@mail.ru

Отслеживание жизненного цикла систем — их мониторинг — является неотъемлемой частью управления информационной инфраструктурой компании. Ключевой задачей систем мониторинга является получение, сохранение и анализ информации о состоянии подконтрольных элементов инфраструктуры ИТ. В ближайшие годы сетевая инфраструктура компаний переживет скачок производства данных. Контейнеры, микрослужбы и среды без серверов значительно увеличили количество компонентов, которые необходимо отслеживать специалистам по разработке и эксплуатации. Если платформа для мониторинга производительности не сможет эффективно масштабироваться при таком увеличении объема данных, она станет причиной ряда серьезных проблем. Так, невозможно будет предсказать поломку любого устройства, что делает уязвимым все производство.

Настоящая работа посвящена разработке системы мониторинга жизненного цикла объектов, способной опрашивать устройства по сети с учётом современных реалий их роста. Эффективная система управления и мониторинга производительности объектов должна быть способной справиться с быстрым ростом трафика и объемов данных, без потери точности.

На первом этапе были рассмотрены существующие системы мониторинга и оценены их возможности по максимальному числу поддерживаемых узлов в сети. Было выявлено, что все системные характеристики не способствуют решению поставленной задачи. Для поддержки миллионов объектов необходимо большое количество ядер и памяти. А данные ресурсы ограничены.

На следующем этапе была проведена доработка существующей системы Prometheus. Создан хост с контейнерной виртуализацией (КВ). В нём была установлена система мониторинга Prometheus, которая позволяет собирать информацию о работе сервисов данного хоста, и в случае неисправности, посылать уведомления на "главный сервер", систему мониторинга.

Таким образом, представленный метод имеет хорошую масштабируемость и высокую отказоустойчивость, так как в случае выхода из строя одного из КВ хостов не сломается вся система.

Анализ и разработка общего алгоритма интеллектуального сервиса по контролю и мониторингу изменений информации на страницах веб-сайтов

Свистунова Е.С.
Научный руководитель — Анфёрова М.С.
МАИ, Москва
swistunowaelizaweta@yandex.ru

В условиях перехода к 6 технологическому укладу и индустрии 4.0, ускорения и сокращения продолжительности инновационного цикла встаёт задача проведения непрерывного глобального мониторинга научно-технологических направлений и тенденций развития.

Интернет объединяет миллионы компьютеров, множество разных сетей, число пользователей растёт ежегодно, а компьютерные системы глубоко проникли не только в технические, но и во все общественные (финансовые, политические, производственные и др.) области жизни человечества.

С каждым годом объём информации возрастает. Большинство данных на веб-сайтах деструктурированы, поэтому возникает проблема поиска и мониторинга научно-технологической информации. Информационно-аналитические системы могут стать решением данной проблемы.

Предлагаемый интеллектуальный сервис по контролю и мониторингу изменений информации функционирует в пределах специализированной базы данных. Все документы, хранящиеся в базе данных, получают свой индекс при помощи использования алгоритмов нормализации текста.

Опишем алгоритм процедуры внесения новых документов:

1. пользователь вносит документ в систему;
2. над документом производится процедура нормализации;
3. в ходе обработки документа строится временный индекс;
4. производится слияние временного индекса с основным.

С помощью поискового робота организуется периодическое подключение к глобальной сети общего назначения Интернет с целью оценки актуальности проиндексированных документов. Для этого робот должен получить текущую версию документа на веб-ресурсе первоисточника и сравнить её с версией документа, хранящейся в базе данных.

Опишем принципиальный алгоритм процедуры контроля изменений:

1. с установленной периодичностью робот поочерёдно извлекает документы из базы данных;

2. осуществляется подключение к веб-ресурсу — источнику документа и извлекается актуальная версия;

3. версия, полученная из интернета, сравнивается с версией, хранящейся в базе данных;

4. в случае обнаружения изменений пользователю выводится оповещение, в котором указано, какая информация отличается.

Алгоритм контроля изменений информации на веб-сайте основан на сравнении документов, расположенных на ресурсе, и документов из базы данных. Для упрощения восприятия результатов поиска аналитиком, документы, соответствующие поисковому образу запроса, должны кластеризоваться.

Опишем алгоритм процедуры поиска и кластеризации информации:

1. пользователь вводит поисковый запрос на естественном языке или с использованием языка поисковых запросов;

2. запрос обрабатывается, производится нормализация, из него извлекаются ключевые слова и строится поисковый образ;

3. поисковый образ сравнивается с образами документов, хранящихся в базе данных, отбираются документы, соответствующие поисковому образу запроса;

4. документы, полученные как результат сравнения кластеризуются с использованием нейронной сети;

5. внутри кластеров документы ранжируются по релевантности.

Были разработаны общие алгоритмы интеллектуального сервиса поиска, контроля изменений и кластеризации неструктурированной информации. Создание информационно-аналитических систем на основе данных интеллектуальных алгоритмов существенно повысит качество и эффективность информационного поиска.

Разработка автоматизированной системы для изучения технологий поиска оптимальных решений

Сёмина М.В., Лукин А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бродский А.В.
МАИ, Москва
mvsyomina@gmail.com

Автоматизация обучения — это очень актуальная и перспективная область исследований. В наше время ускоренного появления новых и, соответственно, устаревания существующих знаний и инструментов традиционные подходы и способы обучения часто не позволяют быстро понять и оценить то, как эти новые возможности помогут пользователям при решении их актуальных задач.

Целью данной работы является создание автоматизированной обучающей системы (АОС) для изучения технологий поиска оптимальных решений. Задачи такого рода встречаются повсеместно в самых разных областях человеческой деятельности, в том числе в проектно-конструкторской деятельности — при проектировании и анализе сложных технических систем типа летательных аппаратов и космических комплексов.

Основная концепция системы заключается в том, что упор делается не на изучение отдельных методов оптимизации и принятия решений, а на сам процесс поиска решения, который представляется в виде последовательности следующих этапов: описание прикладной задачи — формализация — выбор метода — анализ результатов. Основные подсистемы АОС обеспечивают решение трех классов задач: параметрического анализа, непрерывной оптимизации и принятия решений. При этом обучение может выполняться как в рамках отдельного этапа, так и носить сквозной характер, когда результаты последовательно передаются из одной подсистемы в другую. Поэтому, с одной стороны, АОС включает встроенные коллекции: прикладных задач расчета проектных характеристик баков и оболочек типовой конфигурации; формальных задач нелинейного программирования с интервальными и функциональными ограничениями, матричных задач принятия решений. С другой стороны, система носит открытый характер и позволяет обучающимся формулировать и решать

собственные задачи в режиме диалога или импорта и при необходимости сохранять их во временной базе данных, например, для передачи преподавателю. Для новых задач в АОС динамически формируется и обрабатывается расчетный модуль на языке Фортран в соответствии с унифицированными правилами взаимодействия с методами оптимизации из встроенного профессионального пакета, включающего примерно 20 методов нелинейного программирования и безусловной оптимизации различной направленности. Расширение функционала АОС возможно, в том числе и путем добавления методов в пакеты оптимизации и принятия решений.

В качестве основных функциональных достоинств АОС можно выделить:

1. Выбор/изменение управляемых переменных и критериев среди проектных параметров прикладной задачи и отображение результатов параметрического расчета и оптимизации в табличном и графическом виде;
2. Решение задач безусловной оптимизации с интервальными ограничениями и условной оптимизации с функциональными ограничениями типа равенства и неравенства;
3. Интерактивное отображение линий уровня целевой функции и пошаговой работы методов оптимизации;
4. Оперативная смена методов и демонстрация последовательной или "параллельной" работы нескольких методов оптимизации;
5. Сравнительный анализ результатов, полученных разными методами оптимизации и принятия решений;
6. Формирование и визуализация множества конкурентоспособных решений (Парето).

Подсистема графического представления реализуется на основе интеграции с системой компьютерной алгебры Maxima, которая выбрана из-за свободного распространения, наглядности и относительной простоты.

Перечисленные возможности АОС позволяют обучающимся:

1. Осмыслить процесс поиска оптимального решения в целом;
2. Наглядно понять разницу в принципах работы и возможностях различных методов;
3. Оценить эффективность или неэффективность группы методов или конкретного метода для той или иной задачи;
4. Почувствовать, как изменения в постановке исходной задачи могут влиять на результаты её решения.

Исследование задач технического зрения и программная реализация алгоритмов оценивания вектора движения объекта

Следнев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мацыкин С.В.
МАИ, Москва
sledalik@gmail.com

Сегодня системы технического зрения пользуются спросом в области медицины, робототехники, военная техника. Системы машинного зрения позволяет решить задачи обработки фото- или видеоизображения.

Одна из таких задач − определение движения объекта во входящем видеопотоке с камеры слежения. Существует множество разработок и исследований по задаче слежения. Тем не менее однозначных по ней решений до сих пор не найдены. Для распознавания движения объекта и характера движения к методам и алгоритмам предъявляются следующие требования:

• Низкая вычислительная сложность. Характеристика имеет важно значение, так как видеоизображения несут в себе большой объем данных для обработки и применения в режиме реального времени;

• Стабильность работы при любых условиях климата и времени суток;

• Сведение к минимуму количество ложных срабатываний на объекты не представляющих значения для системы слежения;

• Устойчивость к потере отслеживания объекта в кадре.

Методы отслеживания динамичных объектов, которые соответствуют в различной степени вышеперечисленным требованиям, классифицируются на следующие виды:

• Методы вычитания фона;

• Вероятностные методы;

• Методы на основе работы нейронной сети;

• Методы временной разности;

• Методы оптического потока.

Метод или алгоритм оценки движения имеет свои достоинства и недостатки, поэтому для построения оптимального решения необходимо рассмотреть комбинацию таких методов.

Целью работы является разработка программного обеспечения для отслеживания и оценки вектора скорости подвижного объекта. Программная реализация предполагает совмещение нескольких методов, направленных на снижение недостатков в случае их отдельного использования.

Список литературы:

1. Компьютерное зрение: технологии, рынок, перспективы URL: http://www.tadviser.ru/a/462036 (дата обращения 15.02.2020).

2. O. Barnich and M. Van Droogenbroeck. ViBe: A universal background subtraction algorithm for video sequences // IEEE Transactions on Image Processing 2011; 20(6): 1709-1724.

3. Introduction to Motion Estimation with Optical Flow. URL: https://nanonets.com/blog/optical-flow/ (дата обращения 26.12.2019)

Частичная автоматизация ведения урока в онлайн-школе с использованием нейролингвистического программирования

Смирнов Д.А.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Сологуб Г.Б.

МАИ, Москва

den762000@mail.ru

В современном мире онлайн-образование является наиболее удобным способом обучения для большинства людей. Большинству людей недостаточно книг или онлайн-курсов. Обучение иностранному языку с преподавателем является способом эффективнее, чем самостоятельное обучение. На примере онлайн-школы английского языка SkyEng, в которой уроки проводят преподаватели индивидуально с учеником, и проводилось исследование оптимальной автоматизации проведения занятий. Уроки в данной школе представляют из себя слайды с некоторым контентом и видеоматериалы по теме занятия. Преподаватель готовит не только слайды к уроку, но и видеоматериалы по выбранной теме, что является трудозатратным процессом. Проведя сравнительный анализ усвоения материала посредством чтения и просмотра видео, было выявлено, что информация, полученная из видеоматериалов усваивается учеником не менее, чем в 2 раза эффективнее. Целью является сократить количество времени, которое учитель тратит на подготовку к уроку путем предложения ученику выбрать видео, предложенного моделью, по теме урока для закрепления материала. На начальных этапах исследования для сравнения темы слайда и видеоматериала использовалась статистическая мера для оценки важности слова в представленном контенте, называемая TF-IDF — term frequency-inverse document frequency (частотность терминов-обратная частотность документов). Это простой и удобный способ оценить важность термина для текста слайда и субтитров видео относительно остальных текстов[1]. После использования данной статистической меры слова представляют собой векторы значений, по которым выбираются наиболее значимые для понимая смысла контента. Для выбранных векторов использовалась мера сходства между двумя векторами, которая используется для

измерения косинуса угла между ними — косинусное сходство[2], которая демонстрирует степень схожести двух текстовых материалов.

Таким образом, смоделирована система, позволяющая значительно сократить время и трудозатраты преподавателей при подготовке к урокам.

Список литературы:

1. Jones K. S. A statistical interpretation of term specificity and its application in retrieval (англ.) // Journal of Documentation: журнал. — MCB University: MCB University Press, 2004. — Vol. 60, no. 5. — P. 493-502. — ISSN 0022-0418.

2. Daniel Jurafsky, James H. Martin Speech and Language Processing. An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition. Second Edition. Pearson Education International. — 2009. — 1024 pp.

Автоматизация процесса внедрения доработки программного обеспечения

Стафоркин В.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Кондрашов Ю.Н.
МАИ, Москва
staforkin.vladimir@gmail.com

На сегодняшний день корпоративная сервисная шина (КСШ) играет важную роль в работе предприятий, имеющих большое количество автоматизированных систем (АС). Каждая такая система должна иметь возможность обмениваться с другими системами с целью выполнять бизнес-процессы. Обмен информацией происходит посредством сообщений, проходящие через сервисы КСШ. Сервис КСШ — приложение, отправляющее запросы от одной АС к другой, преобразующее их в иной формат, возвращающее запрошенную информацию обратно. При этом сервис может иметь как несколько потребителей, так и несколько поставщиков услуги. Тем самым КСШ заменила приложения point-to-point, позволив обмениваться большим количеством информации, повысив при этом количество транзакций в секунду.

Как и на любое другое ПО, улучшения на КСШ представляют из себя патч, дистрибутив, который может менять как конфигурацию КСШ, так и многочисленные сервисы: добавление потребителя, поставщика, изменение маппинга преобразования сообщения, идущего от одной АС к другой. Любая такая доработка представляет из себя риск нарушить работу как сервиса, так и самой КСШ, а также риск внести некорректные изменения. В качестве минимизации риска было предложено формирование дистрибутива обратного исходному, содержащий файлы, которые находятся на данный момент в промышленном сегменте КСШ. Таким образом, внеся некорректные изменения, появляется возможность произвести их откат, восстановив работоспособность КСШ.

Формирование дистрибутива отката — продолжительная последовательность действий, которая занимает достаточное количество времени, приводящая к длительному простою работы сервиса в случае его поломке. Следовательно, происходит ущерб бизнес-процессам. Чем больше исходный дистрибутив, тем больше файлов, которые необходимо найти администраторам КСШ в различных хранилищах прошлых дистрибутивов, в бэкапах КСШ, формируемые путём функционала самой шины.

В работе представлен механизм автоматизации процесса формирования дистрибутива «отката», направленный на уменьшения простоя работы КСШ при поломках, реализованный инструментами непрерывной интеграции.

Во время реализации механизма было сделано: анализ процесса формирования дистрибутива «отката» и его разделение на под-процессы; выделение основных компонентов, предназначенных для формирования обратного дистрибутива; перенос выделенных процессов на язык программирования Java; автоматизация получившегося кода, средством непрерывной интеграции Jenkins и скриптового языка Groovy; реализация сравнения исходного дистрибутива и обратного, используя систему управления версиями.

Как результат был получен автоматический механизм формирования обратного дистрибутива, который привёл к реальному уменьшению затраченного времени на его формирование, снизил нагрузку с администраторов КСШ, минимизировал риск и время восстановления сервисов КСШ в рабочее состояние.

Список литературы:

1. The fate of the ESB [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://developer.ibm.com/articles/cl-lightweight-integration-1/. -Заглавие с экрана.

2. Jenkins User Handbook [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://jenkins.io/user-handbook.pdf. — Заглавие с экрана.

Разработка проекта интеграции информационных систем авиационного предприятия

Степанищева Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кондрашов Ю.Н.
МАИ, Москва
dashast@inbox.ru

В современных условиях возрастает зависимость бизнеса от информационных технологий, причем для его успешного развития важен не столько набор приложений, автоматизирующих отдельные функции или бизнес-процессы, сколько интеграция и взаимосогласованность информационных систем и приложений. Соответственно, задача интеграции информационных систем является одной из важнейших. Распространенной проблемой, с которой сталкиваются организации, является использование различных программ разных производителей. Из этого вытекает необходимость сбора данных из ряда источников в нескольких форматах и перемещение их в другие программы.

Интеграция информационных систем предполагает совместную работу различных систем с целью обмена данными и синхронизацию информации.

Рассматривались следующие задачи:

1. Разработка и описание алгоритмов внедрения для базы данных каталога деталей сборочных единиц самолёта.

2. Реализация процессов извлечения, преобразования и загрузки данных в XML-файл.

В процессе выполнения работы была разработана программа, переносящая данные из базы данных многофункциональной структуры самолёта в программный комплекс для проведения анализа логистической поддержки и мониторинга технического состояния изделий в ходе их испытаний и эксплуатации.

Использование и развитие данной программы имеет ряд преимуществ и весьма перспективно. В результате её работы создается XML-файл, который в дальнейшем может быть использован для автоматического заполнения данных, тем самым ускоряя и упрощая процесс работы.

Для реализации были использованы: архитектура на уровне бизнес-логики (функциональная интеграция); шаблон связывания приложений, ориентированный на сообщения; язык программирования — Java.

Список литературы:

1. Морозова О. А. Интеграция корпоративных информационных систем — М.: Финансовый университет, 2014.

2. Integrated Logistic Support Suite [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://cals.ru/products/ils. — Заглавие с экрана.

3. Интеграция информационных систем [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://studref.com/458863/informatika/integratsiya_informatsionnyh_sistem. — Заглавие с экрана.

Разработка программного обеспечения процессов транспортировки, учёта и хранения товаров логистической компании

Сюткин И.С.
Научный руководитель — к.т.н. Колесников Д.А.
МАИ, Москва
h1zard@mail.ru

В настоящее время постоянные изменения на рынке приводят к конкурентной борьбе наряду с возникновением новых возможностей. Растущая конкуренция требует от каждой фирмы обеспечения все более высокого уровня предоставляемых услуг. Компании, которые не успевают следовать тенденциям в мире совершенствования и внедрения информационных технологий обречены на провал. На данный момент одной из наиболее благоприятных и востребованных сфер применения информационных технологий является логистика.

Логистика — это не просто доставка от точки «А» в точку «Б» какого-либо груза, а в первую очередь это огромный механизм, который включает в себя организацию, планирование, систему контроля технологических и экономических операций накопления, транспортировки и передачи товаров, систему складского учета и хранения. Традиционные методы ведения бизнеса в данной сфере не в силах конкурировать и угнаться за возможностями информационных технологий, чей рост в последние десятилетия просто колоссален. Будет не ошибкой сказать, что информационные технологии практически полностью вытеснили ручной труд, тем самым предельно минимизируя человеческий фактор в системах логистики, обеспечивая в свою очередь более удобные системы централизования процессов предприятий, их контроля и эксплуатации. Традиционные методы логистики в настоящее время характерны разве что для мелкого бизнеса, в меру того, что нет необходимости внедрения сложных технологий при несопоставимо маленьких оборотах и размерах компании, а также пока компания не имеет достаточного капитала и амбиций для расширения [1]. Исходя из этого, очевидно, можно сказать, что сегодня условия ведения бизнеса требуют активного применения современных технологий, предназначенных для обеспечения необходимого сервиса и возможности развития и роста.

Разработка программного обеспечения для предприятия будет рассмотрена мною на примере логистической компании NELC. В качестве системы управления базой данных используется Microsoft SQL Server с языком Transact-SQL, в ней будут храниться все данные для использования в реализованной программе [2]. Сама программа будет создана в среде разработки Microsoft Visual Studio 2019 на объектно-ориентированном языке высокого уровня — C# [3]. Созданный ПО будет интегрировано в процессы предприятия, что позволит автоматизировать их работу и увеличить полезную производительность.

Список литературы:

1. Логистика: интегрированная цепь поставок / Доналд Дж. Бауэрсокс, Дэйвид Дж. Клосс. — Москва: Олимп-Бизнес, 2017. — 635 с.

2. Аллен, Г. Тейлор SQL для чайников / Аллен Г. Тейлор. — М.: Диалектика, Вильямс, 2015. — 416 с.

3. Джеффри Рихтер. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft.NET Framework 4.0 на языке C#. Питер, 2012. — 928 с.

Исследование надежности GRID-систем при использовании различной трактовки термина «полный отказ»

Тагиров А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блинова Д.В.
УГАТУ, Уфа
airat.tagirov-2009@yandex.ru

Согласно работам [1] и [2] оценить надежность GRID-системы можно при помощи подхода с использованием последовательно-параллельных логических схем. Благодаря схемам можно определить формулы определения надежности (вероятности безотказной работы) GRID-систем.

Но в зависимости от трактования понятия «полный отказ» будут меняться соответствующие базовым структурам («полносвязная», «звезда», «линейная», «кольцевая») структурно-логические схемы, на основе которых оценивается надежность систем.

В ходе исследования были составлены структурно-логические схемы всех базовых топологий, соответствующие двум разным понятиям полного отказа, выявлены закономерности в соотношении количества элементов и показателя надежности, сформированы соответствующие схемам формулы, рассчитаны значения надежности (при одинаковом значении вероятности отказа узлов и линий связи) и построены графики зависимости надежности от:

1) выбранного понятия «полный отказ»;
2) базовой топологии;
3) количества элементов в базовой топологии.

Таким образом, можно составить перечни наиболее приоритетных в плане надежности базовых топологий при определенном количестве элементов в базовой структуре в зависимости от выбранного понятия «полный отказ».

1) Под понятием «полный отказ» можно понимать ситуацию, когда все узлы GRID-сети изолированы, вследствие невосстанавливаемого отказа узлов (компьютеров, рабочих станций, маршрутизаторов, коммуникационных устройств), либо ребер (каналов связи).

В данном случае, топологии с лучшим показателем надежности зависят от количества узла в них. При увеличении количества узлов резко возрастает надежность «полносвязной» и «линейной» топологий, надежность же архитектур «звезда» и «кольцевая» увеличивается более плавно.

2) Также под понятием «полный отказ» можно принять нарушение работоспособности GRID-сети в случае, когда отсутствует связь между любыми двумя узлами.

При таком рассмотрении, при любом количестве узлов лучшие показатели надежности в порядке убывания показывают следующие топологии: «полносвязная», «кольцевая», «звезда» и «линейная».

Полученные перечни топологий можно использовать при расчете надежности GRID-сети при помощи алгоритма поиска изоморфных подграфов. Так как уже известны самые приоритетные варианты подграфов, то, при нахождении более надежного способа декомпозиции суперграфа, отпадает необходимость проверки всех способов разбиения [3, 4].

На основе полученных данных можно выявить элементы GRID-сети, обладающие наименьшей надежностью и внести изменения в готовую GRID-систему с целью повышения надежности, либо воспользоваться данными при проектировании сети для выбора наиболее подходящего решения [5].

Список литературы:

1. Гвоздев В.Е., Блинова Д.В., Ахметова Д.Р., Насырова Р.А. Сравнительный анализ базовых фрактальных архитектур по признаку устойчивости к отказам компонентов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах, Труды XIX Международной конференции, 2017. С. 91-95.

2. Ахметова Д. Р., Насырова Р. А., Блинова Д. В., Гвоздев В. Е. Оценка надежности базовых фрактальных архитектур GRID-систем на основе аппарата параллельно логических систем // Перспективные информационные технологии, 2017. С. 846-849.

3. Foster I. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure. Morgan Kaufmann Publishers.

4. Isard M., Budiu M. from Sequential Building Blocks // European Conf. on Computer Systems (EuroSys), Lisbon, Portugal, March 21–23, 2007.

5. Foster I. Service-Oriented Science // Science. 2005, 308(5723). P. 814–817.

Изучение рынка лидарных технологий для измерения воздушных потоков в камере для аддитивных технологий

Топорков М.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва
mih335@yandex.ru

Технологический процесс каждый день движется вперед, появляются новые цифровые технологий, которые позволяют использовать новшества в жизни человека. Аддитивные технологии занимают одно из передовых мест во всем мире.

Аддитивные технологии — это создание объекта с помощью компьютерных 3D технологий, то есть его послойное наращивание.

В современной промышленности моделирования 3D объекта выделяют такие процессы как:

1. струйное напыление;
2. сплавление;
3. ультрафиолетовое-облучение;
4. ламинирование;
5. экструзия.

Аддитивные технологии 3D печати используются в прогрессивных производствах. Виды технологий:

1. Fusedeposition modeling — изделие формируется послойно из расплавленной пластиковой нити.
2. ColorJet printing — единственная в мире 3D полноцветная печать с принципом склеивания порошка, состоящего из гипса.
3. Selective Laser Sintering — технология лазерного запекания, при которой образуются особо прочные объекты любых размеров.
4. MultiJet Modeling многоструйное 3D моделирование с использованием фотополимеров и воска.
5. Laser Stereolithography — с помощью лазера происходит послойное отвердевание жидкого полимера.

Технология Selective Laser Sintering использует один или нескольких лазеров для спекания частиц порошкообразного материала до образования 3D объекта. За счет заложенной цифровой модели производится вычерчивание контуров технологией спекания. По завершении спекания первого слоя рабочая платформа опускается, и наносится ещё один слой материала. Процесс закончится, когда программы пройдет полный цикл и образуется полная модель.

Выборочная лазерная плавка — метод производства, использующий лазеры высокой мощности для создания 3D физических объектов за счет плавки металлических порошков.

Селективное лазерное спекание отличается от выборочной лазерной плавки. При использовании технология Selective Laser Sintering происходит спекание порошка. При использовании выборочной лазерной плавки металлические части плавят и сваривают, в итоге получается жесткий каркас.

Технологический прогресс способствует производству множества вещей для быта, безопасности и здоровья человека, например, в авиастроении с помощью этих технологий

создают высокоэкономичный и легкий авиатранспорт, а его аэродинамические свойства полностью сохраняются. Проблемы, возникающие в ходе данных технологий, требуют решения.

Отслеживание потоков воздуха и температуры в камере, в процессе изготовления различных изделий помогут решить трудности, связанные с разнообразием материалов и методов их использования. Эти проблемы можно решить, используя лидар.

Лидар — технология получения и обработки информации об объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления поглощения и рассеяния света в оптически прозрачных средах. Разновидностью лидаров являются доплеровские лидары, определяющие направление и скорость перемещения воздушных потоков.

Использование лидаров с возможностью определения воздушных потоков в промышленных станках для аддитивных технологий позволят тратить на много меньше материала для изготовления детали, и так же облегчить его дальнейшую обработку.

Отслеживание воздушных потоков не даст композитному материалу разлетаться по всей камере станка, тем самым позволит экономить материал. Исследование температуры в данной камере с помощью лидара так же даст полную картину о технологичности правильного выполнения процесса спекания или плавки материала. Регулирование температуры в камере, а, следовательно, и мощности лазера позволит работать с различными материала для достижения наилучшего результата.

Внедрение данной технологии в промышленное производство влечет за собой не только расширение данной сферы деятельности как отдельного направления, но и позволит существенно сэкономить материальные ресурсы предприятия.

Проблемы компьютерного зрения и его реализации

Торопеев Д.А.
Научный руководитель — Мацыкин Ц.В
МАИ, Москва
dima.toropeev@gmail.com

Проблем организации компьютерного зрения. В не век высоких технологий сложно представить без социальных сетей, новых терминов, появляются тесла машины, умные дома, интернет по-твоему миру и другие прочие новые инновации стает ворс проблем в изобретение все новых и более сложных вещей. Время шло, интерес людей к высоким технологии растёт не по годам, но тогда Идеи опережали технологии н много-много лет, когда полёты в космос были только фантастикой, а умные биороботы только появлялись на просторах великих умов. Шло время, технологии не стояли на месте и размеры технологий стали уменьшаться, а возможности увеличиваться. Появились проблемы коммутации, синхронизации других ПО и ПК. Как они связаны друг с другом, как сделать так, чтобы не было ошибок, ибо порой то, что не должно работать работает и наоборот. Первой проблемой для получения возможностей компьютерного зрения стало решение проблем алгоритмизации и автоматизации процессов от "как заставить двигаться железо", "как сделать синхронизацию оборудования и противодействовать электромагнитному излучению, внутренним ошибкам, проблема потери информации на этапе передачи или её искажение. Решений и тут придумано не мало: роутере, витая пара с дополнительной устойчивостью к помехам, специальное оборудование, не доступно обычным смертным. Скорость передачи информации и ширина канала и многое, многое другое.

С развитием аппаратной части решилась одна из двух проблем, но остаётся ещё Логическая часть. Оказалось, проще создать программу, которая может с легкостью обыграть людей в шахматы, чем создать алгоритм свободного движения по шахматной доске. В компьютерном зрении это возможность самообучения нейронной сети, распознавание нужных объектов, точность распознавания, ошибки и недуги. Реализация алгоритма компьютерного зрения вносит неимоверный вклад в развитие искусственного интеллекта в целом. Система безопасностей основана на распознавания лиц для безопасности пассажиров,

помощь водителям на дорогах во избежание аварий. Как ни странно, основной проблемой всегда остаётся человеческий фактор его халатность к оборудованию и техническая неграмотность. Человек всегда будет допускать ошибки и быть самым сильной уязвимой точкой во всех процессах на всех этапах жизни в целом.

Искусственный интеллект — инновации и прогнозы

Трасковецкая Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Александрова С.С.
МАИ, Москва
dashatraskovetskaja@yandex.ru

Искусственный интеллект (ИИ или AI — artificial Intelligence) стал неотъемлемой частью коммуникаций современного мира. Сегодня ИИ — больше, чем тренд, это реальная потребность человечества, обеспечивающая как конкурентоспособность целого предприятия, так и возможность отдельного пользователя эффективно работать и принимать решения в тандеме с современными технологиями.

ИИ успешно работает с большими данными, автоматизирует процессы, создает алгоритмы в качестве решения вопросов и оптимизации бизнес-процессов. Прогнозируется, что через один-два десятка лет 47% рабочих мест в США станут компьютеризированными, а уже сегодня в некоторых сферах точность диагностирования искусственным интеллектом разительно превышает возможности человека. С учетом тех оборотов, которые ИИ набирает сегодня, при условии соблюдения закона Мура ожидается, что к 2025 году центральные процессоры достигнут такого же уровня вычислительной мощности обработки, что и мозг человека.

Далее представлено несколько инноваций сферы AI, которые лаконично, в соответствии с запросами времени внедряются в общество. Например, программы, которые научены сортировать гигабайты фотографий по требуемому принципу — с определенным предметом, человеком или событием. Такая работа требует существенного вложения ресурсов со стороны работника, но искусственный интеллект справляется с задачей точно и без потерь во времени. Кроме того, занимает свои ниши технология поиска видео по видео, основанная на машинном обучении. Так, программе задается базовое видео для «ознакомления», она «осваивает» его и затем в предоставленной базе различных видеоматериалов находит «родственные» видео (возможно, тот же объект, но снят под другим углом), а также определяет количество дубликатов (например, по окончании анализа предоставляет статистику: 20 оригинальных видео и 100 — копий, в том числе за счет наложения спецэффектов). Если человеку на полный просмотр видео потребуется несколько часов, то программа анализирует материалы в считанные секунды.

Другим новаторским примером функционирования ИИ в обществе является технология распознавания эмоций человека. Принцип работы основан на нейросети, встроенной в камеру, сама камера находится над экраном, в который смотрит пользователь. Нейронная сеть распознает изменения на лице человека и интерпретирует их. Так, движение уголков губ вниз говорит о низком уровне радости. Камера также «понимает» вовлеченность объекта, фиксируя его взгляд и реакцию на происходящее на экране. Когда на планшете запущена программа обучения, она «подстраивается под настроение» человека: увидев его утомленность, предлагает переключить внимание; считав хороший уровень усвоения материала, предлагает дальнейшие задания. Конечно, в разработке данной социальной инновации участвовали не только специалисты сферы ИТ, но и психологи. Технология проникает в сферы образования и медиа (например, рекламодатели анализируют фокус внимания человека при просмотре контента и создают новые информационные медиа, ориентируясь на вовлеченность личности). Актуальным является вопрос защиты конфиденциальных данных, в данном случае именно эмоций. Используя неосознанные реакции человека (улыбку, заостренное внимание, неприязнь и т.п.) и зная таким образом его вкусы, обладатели информации смогут влиять на решения человека без его согласия. По этой причине становится важным сформулировать

законы о защите персональных данных граждан от несанкционированного проникновения искусственного интеллекта в сферы их интересов; кроме того, создать нормы, регулирующие взаимодействие ИИ с гражданами и уровень проникновения AI в личную жизнь человека. Вопросы государственного регулирования взаимодействия человека и ИИ поднимаются все чаще различными деятелями науки, например, изобретатель и футуролог Рэймонд Курцвейл ожидает введения законов, регулирующих отношения людей и роботов в Европе к 2022 году — тогда будут формализованы деятельность роботов, их права и обязанности.

Очевидно, что искусственный интеллект стал неотъемлемой частью современного общества. Он стремительно укореняется в жизнях людей, присутствует как в сфере производства, бизнеса, так и в сфере услуг, личном пространстве человека. ИИ облегчает жизнь общества, открывает перед ним новые возможности, но также порождает спектр вопросов, поиск ответов на которые нельзя откладывать на потом. Сегодня человеку поручена ответственная задача — верно определить векторы развития AI и его места в мире, потому что именно это сформирует будущее следующих поколений.

Список литературы:

1. Четвертая промышленная революция. /Клаус Шваб. — Москва: Эксмо, 2019, с. 173-174/

2. Инновационные системы: перспективы и прогнозы. /Олег Фиговский и Валерий Гумаров. — 2018, с. 330/

3. Forum.Digital AI — Будущее искусственного интеллекта. Москва, Техноград (ВДНХ) 2020.

Технология эффективной обработки JSON-объектов на базе C++-библиотеки

Трубченко Н.М.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Чернышов Л.Н.

МАИ, Москва

trubchenkon@gmail.com

Обмен данными в сфере информационных технологий является одним из важней аспектов. Одним из самых популярных способов представления и хранения данных для их передачи и обработки является JSON формат. Причиной распространенности данного формата является его простота в сравнении с конкурентами, например, с XML форматом.

По этим причинам многие современные языки программирования такие как Javascript и Python имеют встроенную поддержку этой технологии.

Стандартная библиотека шаблонов(STL) языка C++ не поддерживает обработку и само понятие JSON-объектов. Поэтому часто приходится использовать сторонние библиотеки, предоставляющие реализацию инструментов работы с JSON. К числу таких библиотек можно отнести две самые популярные: JSON for Modern C++ и RapidJson. Первая из них предоставляет удобный интерфейс по работе с библиотекой, в то время как вторая делает упор на производительность.

Задачей данной работы являлось разработка библиотеки, предоставляющий инструментарий для работы с json-объектами, которая совмещала бы в себя наличие элегантного интерфейса и высокую производительность. Данная библиотека должна иметь следующую функциональность:

Описание JSON-объекта в рамках языка C++

STL-подобный интерфейс для работы с данным объектом

Набор алгоритмов, позволяющих производить действия над JSON-объектами; к числу таких алгоритмов можно отнести слияние и разделение json-объектов по полям, удаление полей из json-объекта, применение функции к заданным полям json-объекта

Загрузка json-объекта из файла и запись в файл

Возможность конвертации json-объекта в C++-структуру

В целях отделения интерфейса библиотеки от конкретной реализации, библиотека является динамической, что также является значимым с практической точки зрения, так как

это уменьшает влияние библиотеки на время компиляции приложения, которое его использует.

В работе рассмотрена важность, актуальность и практическая значимость разработки данной библиотеки. Актуальность заключается в огромной популярности json-формата как средства передачи и хранения данных, а также малым количеством качественных библиотек, реализующих описанный функционал. Кроме того, в работе содержатся примеры практического применения разработанной библиотеки.

Список литературы:

1. JSON. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/JSON

2. Мейерс Скотт. Эффективный и современный C++. 42 рекомендации по использованию C++11 и C++14. Пер. с англ. — М.: ООО "ИЛ. Вильямс", 2016. — 304 с.

3. Nicolai M. Josuttis. C++17 — The Complete Guide: First Edition, 2019. — 454 pages.

Исследование и разработка модели СМО в среде имитационного моделирования

Фортунатова П.О.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Титаренко В.И.
МАИ, Москва
polina_fortunatova@mail.ru

Системы массового обслуживания в наше время применяются повсеместно, ведь в практической деятельности человека каждый день приходится сталкиваться с неизбежностью пребывания в состоянии ожидания. В данной работе рассмотрены теоретические основы моделирования многоканальных систем массового обслуживания с ограниченным временем ожидания. Применение теории СМО помогают определить оптимальные параметры для функционирования системы, минимизировать издержки, оценить её работоспособность и принять обоснованное решение.

Существует несколько видов моделирования:

1. Физическое
2. Математическое
3. Имитационное

Каждый из видов имеет свои достоинства и недостатки, но в настоящей работе для достижения цели целесообразнее использовать имитационное моделирование. В качестве платформы для анализа и проектирования будет использоваться среда имитационного моделирования AnyLogic с применением стандартных библиотек EnterpriseLibrary, PedestrianLibrary, RailYardLibrary. Данная программа моделирования позволяет создавать анимацию в реальном масштабе и времени, проводить эксперименты и исследования. В процессе работы возможно вносить изменения, что позволит быстрее решать поставленную задачу.

Для успешного решения задачи, а именно стремление уменьшить время ожидания, необходимо помнить и про показатель качества СМО. Поэтому в настоящей работе введены два параметра: расчетное время ожидания заявки и вероятность превышения расчетного времени реальным. Ведь принимая во внимание стохастичность потока заявок и процесса обслуживания нельзя исключить вероятность образования очереди.

Результатом выполнения работы будет являться разработка и визуализация модели системы, а также её дальнейшее усовершенствование с целью оптимизации.

Список литературы:

1. Романенко В.А. Математические модели функционирования узловых аэропортов в условиях современного авиатранспортного рынка. — Самара: «Ас Гард», 2010 –224 с.

2. М. В. Киселёва Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic: учебно-методическое пособие. — Екатеринбург: УГТУ — УПИ, 2009 — 88 с.

Нейронные сети для анализа результатов стендовых испытаний авиационных двигателей

Хасанова А.Ф.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
stolyarov.evgeniy@yandex.ru

Испытательные стенды широко используются при испытании двигателей серийного производства. На предприятиях занимающихся производством авиационных двигателей испытания проводятся исключительно на испытательных стендах. Зачастую при испытании авиационных двигателей на стендах тяжело сымитировать в реальном времени все факторы окружающей среды, которые могут воздействовать в процессе эксплуатации авиадвигателей. Поскольку в результате испытаний анализируется состояние объекта в целом, что не позволяет определить конкретный дефектный узел. Для решения данной проблемы необходимо использовать многослойную искусственную нейронную сеть. Искусственные нейронные сети являются удобным и технологичным инструментом для обработки экспериментальных данных.

Одним из видов стендовых испытаний является анализ такого параметра как «вибрация». При этом анализируются три модуля: компрессор, камера сгорания и турбина. Замеры вибрации производятся по модулям, что позволяет определить дефектный узел в любом из модулей. Для обучения нейронной сети использованы результаты испытаний за год.

Использование нейронных сетей для обработки и интерпретации данных стендовых испытаний вибрации позволяет обработать экспериментальные данные, полученные непосредственно по каждому модулю автоматически; эффективно выявить выпадающие точки и ошибочные данные в экспериментальных измерениях; на основе обученных нейронных сетей создать модули определения характеристики авиационных двигателей по вибрации в виде функций, которые могут быть использованы в дальнейшем для расчета параметров авиационного двигателя.

Список литературы:

1. Аникин В.А., Свириденко Ю.Н. Применение искусственных нейронных сетей в задачах проектирования и определения аэродинамических характеристик профилей вертолётного винта // Труды VI форума Российского вертолётного общества. — М., 2004 г. — 56 с.

2. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М., Котовский В.Н., Полев А.С. Теория авиационных двигателей. Часть 1. Учебник для ВУЗов ВВС. — М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2005 г. — 366 с.

Один из способов построения программных генераторов псевдослучайных последовательностей

Хачикова Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гусаров А.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
n96-khachikova@mail.ru

Программные генераторы псевдослучайных последовательностей находят широкое применение в различных информационных системах. Одной из задач является получение 64-битных последовательностей.

Двоичные последовательности, получаемые при помощи генераторов псевдослучайных последовательностей, в обязательном порядке проверяются на случайность при помощи различных алгоритмов. В процессе проведения исследования были проанализированы наиболее известные алгоритмы генерации псевдослучайных чисел (BBS, вихрь Мерсенна, ГОСТ 28147–89, ГОСТ Р 34.11-2012, ANSI X9.17). В результате было получено, что

наибольший процент случайных 64-битных псевдослучайных двоичных последовательностей генерируется при помощи алгоритма ANSI X9.17 [1] — отбракованных ключей было всего 4 %.

Дальнейшие исследования направлены на снижение уровня забракованных ключей. Для этого предлагается использовать комбинацию известных алгоритмов генерации псевдослучайных двоичных последовательностей. Для этого в качестве базовых алгоритмов взяты ANSI X9.17 и ГОСТ 28147–89. Исследования работы комбинаций алгоритмов проводятся последующим направлениям:

• Использование результата работы алгоритма ANSI X9.17 в качестве исходных данных для генерации гаммы шифра с помощью алгоритма ГОСТ 28147–89 [2, 3]. Гамма шифра при этом имеет длину 64 бита;

• Использование результата работы алгоритма ANSI X9.17 в качестве исходных данных для выработки имитовставки длиной 64 бита с помощью алгоритма ГОСТ 28147–89 [2, 3] и её использование в качестве окончательного результата. Генерируемая имитовставка при этом изначально имеет длину 64 бита;

• Использование результата работы алгоритма ANSI X9.17 в качестве исходных данных для выработки двух имитовставок длиной 64 бита с помощью алгоритма ГОСТ 28147–89 [2, 3] и их использование в качестве промежуточных результатов. Из изначально генерируемых имитовставок длиной 64 бита в соответствии с ГОСТ 28147–89 выбираются старшие 32 бита. Далее полученные 32-битные последовательности «склеиваются» двумя разными способами для получения последовательности длиной 64 бита.

В настоящее время ведутся работы по получению результатов, позволяющих оценить влияния исходных данных на количество отбракованных последовательностей, а также выбрать наиболее качественный способ генерации 64-битных двоичных последовательностей. Это и является целью дальнейшего исследования.

Проектирование и разработка автоматизированной информационной системы создания и ведения конструкторско-технологических спецификаций

Хрёкин А.О.
МАИ, Москва
aokhrekin@gmail.com

На сегодняшний день ни одно современное предприятие не может существовать без информационных систем, которые отвечают за различные сферы его деятельности. Иначе предприятие не сможет быть конкурентоспособным в своей отрасли[1].

Создание автоматизированной информационной системы для компании АО «РСК „МиГ“», занимающаяся производством авиационной техники, с помощью системы управления базами данных Oracle. Oracle Database — объектно-реляционная система управления базами данных компании Oracle. Революционная система управления базами данных Oracle является самоуправляемой, самозащищающейся, самовосстанавливающейся и предназначена для устранения подверженного ошибкам ручного управления данными. Позволяет легко развертывать или переносить существующие системы и хранилища данных. Защищенная, интеллектуальная, высокодоступная база данных, признанная корпоративным сектором, поддерживает рабочие нагрузки любого размера при любом развертывании и стратегии управления, включая автономную работу.

Автоматизированная информационная система для работы с конструкторско-технологическими спецификациями позволит сократить цикл проектирования конструкторско-технологических спецификаций. Конструкторско-технологическая спецификация — документ, который определяет состав сборочной единицы, комплекса и комплекта и необходим для изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство указанных изделий. Данное решение позволит автоматизировать процессы создания и ведения конструкторско-технологических спецификаций, создания хранилища для конструкторско-технологических спецификаций, согласования технической документации, а в случае отклонения согласования, просмотр

протокола корректировок, а также получить качественную информацию за счет увеличения видов контроля [2].

Помимо справочника деталей для формирования конструкторско-технологических спецификаций, система автоматизирует множество процессов, связанных с авиастроением.

Работа с конструкторско-технологическими спецификациями в электронном формате необходима на сегодняшний день необходима практически на всех предприятиях, связанных со производством.

В дальнейшем планируется автоматизация процессов работы с технологическими картами, чертежами и другими областями данного вопроса.

Список литературы:

1. Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология научного исследования; Либроком — Москва, 2014. С. 54 — 66.

2. Балдин, К.В Информационные системы в экономике: Учебник / К.В Балдин, В.Б. Уткин. — М.: Дашков и К, 2015. С. 155 — 168.

Прогноз необходимого числа преподавателей для онлайн-школы с помощью статистического метода прогнозирования временных рядов

Цыпленков Л.С.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Сологуб Г.Б.
МАИ, Москва
leonidts99@yandex.ru

В современных условиях технологического прогресса онлайн-образование стало чрезвычайно популярным. При этом не всегда можно ограничиться записями лекций и онлайн-курсами. Например, для изучения иностранных языков обучение с преподавателем остается во многом более эффективным, чем самообразование. Такие онлайн-занятия предлагает школа SkyEng, на примере которой и проводилось исследование.

Поскольку ученикам ничего не стоит как начать, так и закончить свое обучение (чтобы начать, достаточно зарегистрироваться на сайте и выбрать удобное время, а чтобы закончить — перестать назначать новые уроки), количество учеников весьма нестабильно во времени. В то же время в среднем каждый год число учеников неуклонно растет: школа начала работу в 2013 году, за несколько лет это число достигло порядка десятков тысяч; год назад составляло около 80 тысяч, а на данный момент — более 100 тысяч. Естественно, что и число преподавателей, необходимое школе для удовлетворения потребностей клиентов непостоянно. Вследствие этого возникает необходимость в прогнозе числа преподавателей по меньшей мере на следующий месяц.

В исследовании использовались данные обо всех уроках, прошедших за 2 года с сентября 2017 года. Наблюдались ярко выраженная сезонность: значительно возрастало количество уроков в сентябре-октябре, далее плавно спадало, в начале весны наблюдался пик поменьше, а с началом лета количество уроков резко сокращалось. При этом отмечался общий тренд на увеличение количества уроков. В таком формате данных предсказывалось количество уроков на следующий месяц с помощью тройного экспоненциального сглаживания, или модели Холта-Уинтерса, поскольку легко было выделить 4 сезона и аддитивный тренд [1].

Более точные результаты дало иное представление данных: изучалось уже количество уроков в каждый час каждого дня недели. Здесь для определения точного периода сезонности пришлось воспользоваться автокорелляционной функцией [2], тренд же оставался таким же. Число же преподавателей было линейно связано с числом занятий, коэффициент был вычислен по историческим данным.

Более простые методы: простого и двойного экспоненциального сглаживания — дали на 30-50% худшие результаты, поскольку не предполагают наличия в данных и тренда, и сезонности.

Таким образом, с учетом тренда и сезонности исторических данных, была реализована модель Холта-Уинтерса; на тестовых данных (которые получались "обрезанием" хвоста

исторических) было достигнуто значение ошибки порядка десятков, что при числе преподавателей, более 9 тысяч, можно считать удовлетворительным результатом.

Список литературы:

1. Winters P.R. Forecasting sales by exponentially weighted moving averages //Management Science. — 1960. — Vol. 6. — №3.

2. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов— М.: Финансы и статистика, 2003.

База данных полётной информации индивидуально-адаптированной системы поддержки пилота с использование MS SQL Server и платформы.NET FRAMEWORK

Шевцов О.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Белобжеский Л.А.

МАИ, Москва

shevtsovoa@mai.ru

На сегодняшний день доля авиационных происшествий и катастроф, вызванных ошибочными действиями летного состава, остается недопустимо высокой. В перспективе влияние человеческого фактора на безопасность полётов будет только возрастать, поскольку развитие авиационной техники, совершенствование динамических характеристик ЛА и расширение спектра решаемых с их использованием задач неминуемо приведет к тому, что лётчик будет вынужден практически мгновенно оценивать обстановку и осуществлять соответствующие управляющие действия, что вызовет рост его информационной загруженности. Уже сегодня существует индивидуально-адаптированная система поддержки управляющих действий пилота с использованием нейросетевого подхода. Она дает возможность формировать для пилота полётные режимы, которые впоследствии должны снизить его информационную нагрузку как при выполнения типовых полётных режимов, так и в нештатных ситуациях. Но возникает вопрос, как и где хранить информацию, снятую с бортовых средств регистрации, а также учитывать возраст, опыт, квалификацию, психофизиологическое состояние пилота, категории здоровья, модель летательного аппарата, полётные режимы и т.д.

В разработанной базе данных рассматривается серверная и клиентская части. Серверная часть отвечает за хранения и безопасность информации, а также многопользовательский доступ. Клиентская часть предназначена для удобной и быстрой обработки данных. Разработка выполнена с помощью программных средств.NET Framework 4.5., MS Visual Studio 2015 и СУБД MS SQL Server 2014. Клиентская часть была разработана на языке C#, что позволило создать многофункциональный интерфейс. Для обеспечения безопасного хранения данных была реализована авторизация в клиентском приложении с различными уровнями доступа и правами. Приложение решает следующие задачи: быстрое добавление физических лиц, перевод их в состояние пилотов со всеми факторами здоровья, опыта, рекомендаций и т.д.; загрузку полётной и индивидуально-адаптированной информации управляющих действий пилота; выдачу полётных режимов для пилота и многие другие задачи. Данный программный комплекс автоматизирует, а значит, упрощает поиск информации по требуемым критериям отбора. Такая база данных может быть использована во всевозможных авиационных компаниях, тем самым упростив подготовку пилотов к полёту.

Список литературы:

1. Разработка функционально-программного прототипа индивидуально-адаптированной системы поддержки управляющих действий пилота на этапе посадки с использованием нейросетевого подхода. В.А. Якименко. [Электронный ресурс]. — URL: https://mai.ru/upload/iblock/971/dissertatsiya.pdf (дата обращения 10.02.2020)

2. SQL за 24 часа. Автор неизвестен. [Электронный ресурс]. — URL: https://knigogid.ru/books/432055-sql-za-24-chasa/toread (дата обращения 10.02.2020)

3. SQL и реляционная теория. Как грамотно писать код на SQL. К. Дж. Дейт. — пер. с англ. — СПб.: Символ плюс, 2016. — 480 с.

Модификация препроцессора учебной CAE-системы

Якимов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва
yakimovaa1998@mail.ru

Важной составляющей любой CAE системы является препроцессор. Это весьма ответственный и дорогостоящий программный продукт, который служит в основном для автоматизации формирования исходных данных для последующего расчета. Некоторые препроцессоры объединяют в себе и постпроцессоры. Последние служат для представления и обработки результатов расчета. Ярким примером таких систем является Femap [1], объединяющий функции препроцессора и постпроцессора.

При подготовке специалистов по созданию и использованию CAE систем, в МАИ на кафедре «Прикладной информатики» была создана открытая учебная CAE Sigma [3], основная цель которой решать задачу обучения принципам построения CAE-систем, а также решению проблем алгоритмизации подобных систем. Для этой системы разработан в качестве отдельной программной единицы препроцессор. Учитывая, что Sigma не является коммерческим продуктом, а по сути, есть некий программный объект, используемый для обучения, препроцессор так же имеет набор обучающих функций.

Препроцессор отвечает за решение следующих задач:

• Создание ПГМ (предварительной геометрической модели) объекта, генерация конечно-элементной сетки;

• Задание граничных условий, приложение внешних воздействий, задание свойств конечных элементов;

• Демонстрация построения конечно-элементной сетки различными методами;

• Анализ, оценка и оптимизация конечно-элементной сетки;

• Взаимодействие с различными CAE системами.

Для построения ПГМ используются такие примитивы как точка, прямая линия, дуга, окружность. В ПГМ объект делится на 8-ми узловые зоны. Затем начинают работать методы триангуляции, такие как: фронтальный, Делоне, Рапперта, изопараметрических координат.

Функционал подсистемы задания внешних воздействий позволяет задавать не только распределенные по какому-либо закону внешние нагрузки, но и отдельные силы.

В препроцессоре так же имеется модуль анализа качества сетки КЭ. Вследствие чего была реализована подсистема оптимизации конечно-элементной сетки. Её основные возможности:

1. Поиск и устранение КЭ, имеющих слишком маленькие или большие углы;
2. Поиск и устранение КЭ, имеющих слишком большую или маленькую площадь;
3. Обзор полной статистики конечно-элементной сетки.

В процессе эксплуатации препроцессора выявились и его недостатки. В связи с этим появились задачи по модификации препроцессора:

• Глубокая проработка модуля распределения сил по узлам, что позволило избежать, в частности, некорректное нагружение узлов конечно-элементной сетки, близко стоящих к стороне нагружения;

• Введение более сложной организации формирования сетки внутри объекта;

• Улучшение и оптимизация модуля анализа конечно-элементной сетки, путем введения более удобного пользовательского интерфейса, а также введение некоторых упрощающих аналитическую работу пользователя функций;

• Оптимизация подсистемы задания нагрузок, путем добавления нового функционала;

• Оптимизация пользовательского интерфейса препроцессора.

Список литературы:

1. Рычков С.П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran. — М.: ДМК Пресс, 2013. — 784 с.: ил.
2. Столярчук В.А. Программный комплекс как учебный объект разработки // Программные продукты и системы. -2016.- № 1 (113). — С. 140-145.

3. Столярчук В.А. Препроцессор программной системы SIGMA для обучения разработчиков CAE-приложений, используемых в САПР аэрокосмической отрасли // Электронный журнал «Труды МАИ». -2013. — вып. 71. — 21 стр.

Разработка программного обеспечения диагностики систем с использованием метода прогнозирующего обслуживания для летательных аппаратов

Ярамишян В.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Терентьев М.Н.
МАИ, Москва
vlad-yaramishian@yandex.ru

В наше время техническое обследование машины и установки часто происходит по фиксированным циклам. Это подразумевает надежность и безопасность. Однако опытный обслуживающий персонал знает, что фиксированный цикл никогда не соответствует требованиям ежедневного производства. Он не реагирует на реальные требования или интенсивную эксплуатацию. Фиксированные обслуживание, которое всегда происходит с одинаковыми интервалами, может означать, что замена компонентов происходит сплошь и рядом или рано, или уже поздно. И то, и другое увеличивает затраты. Прогнозирующее обслуживание может приблизить необходимость обслуживания к реальным требованиям. Таким образом, возможно снизить затраты и сделать производство значительно более рациональным.

Методы прогнозного технического обслуживания разработаны для того, чтобы помочь определить состояние оборудования, находящегося в эксплуатации, чтобы определить, когда следует проводить техническое обслуживание. Такой подход обещает экономию средств по сравнению с плановым или профилактическим обслуживанием, поскольку задачи выполняются только при наличии гарантии. Таким образом, оно рассматривается как техническое обслуживание на основе условий, выполняемое в соответствии с оценками состояния ухудшения качества изделия.

Для оценки состояния оборудования в профилактическом техобслуживании используются технологии неразрушающего контроля. В данной работе используется вибрационная диагностика, которая позволит найти дефекты в двигателе самолёта, находящегося в эксплуатации. Характерные дефекты, выявляемые этим методом — нарушение газодинамических процессов, появление трещин и усталостных разрушений силовых элементов и, чаще, потеря жесткости амортизаторов крепления двигателей. Для решения выше поставленных проблем необходимо установить датчики вибрации в двигатель ЛА. В данной работе рассматривается газотурбинный двигатель ТВ7-117, на который будут установлены пьезоэлектрические акселераторы МВ-38 с рабочим диапазоном частот 3000 Гц. Всего будет установлено 5 датчиков: один датчик на фланце отбора горячего воздуха, а остальные на турбине по парно параллельно. Попарная установка необходима для того чтобы измерять вибрации в 2. Данные с пьезоэлектрических датчиков будут поступать в аналого-цифровой преобразователь ADC-2, которые будут передавать данные в компьютеризованную систему. Система будет накапливать данные в течении 5 секунд, а затем на основе полученных данных будет прогнозировать последующее состояние двигателя.

Данное ПО, разработанное для обслуживания самолётов, позволит существенно сократить затраты средств при обслуживании, поскольку оно будет предупреждать персонал о возможных повреждениях, выявленных в ходе эксплуатации. Это означает, что корректирующее обслуживание будет выполняться до полной неисправности системы летательного аппарата.

Секция №3.3 Электроника, конструирование и технология приборостроения

Умное проведение мероприятий. Электронные средства идентификации личности

Баранов В.Ю., Ганжела П.А.
Научный руководитель — Исаев В.В.
МАИ, Москва
xm8q@bk.ru

В настоящее время невероятно актуальной проблемой является загрязнение окружающего нас мира. Различные изделия представляют опасность для экологии не только в процессе использования или утилизации, но и в процессе производства.

Особенно опасными и долго разлагающимися отходами является различные виды полимеров. Некоторые виды пластика и изделий из пластмасс используются долгосрочно, однако существуют изделия, срок жизни которых составляет недели, дни и даже часы.

К таким изделиям относятся бейджи, используемые для предоставления информации о своем носителе на мероприятиях. Каждый год миллионы человек посещают деловые мероприятия различных направленностей, для проведения которых привлекается огромное количество представителей средств массовой информации и обслуживающего персонала.

По завершении мероприятия все бейджи становятся неактуальными и непригодными для повторного использования поэтому просто утилизируются. Часто материалы, из которых изготовлены бейджи, не могут быть переработаны и повторно использованы.

В связи с развитием различных технологий стало возможным разработать программно-аппаратный комплекс, включающий в себя следующие элементы: многоразовый бейдж, прошивающий модуль, программное обеспечение для ПК и мобильных устройств. Бейдж должен позволять изменять не только информацию о носителе, но и дизайн, подстраиваемый под стилистику мероприятия.

Основой в создании данного бейджа является многоцветная электронная бумага, способная выводить цветное изображение на экран. Основной особенностью заключается в том, что она может хранить изображение текста и графики в течение достаточно длительного времени, не потребляя при этом электрической энергии и затрачивая её только на изменение изображения.

Для обеспечения защиты от внешних физических воздействий, а также для предотвращения замыканий или внесения погрешностей в работу электронной бумаги, экран помещён в корпус, изготовленный из древесины.

Для удобства пользователя, а также для упрощения работы организаторов, оборотная сторона корпуса оснащена контактным разъемом для изменения информации на экране. Подключение к бейджу происходит путем простого помещения бейджа в прошивающий модуль. Прошивающий модуль имеет малые массогабаритные показатели и способен работать через мобильное устройство.

Для удобной работы с модулем, необходимо разработать программное обеспечение, которое позволит легко и просто как размещать на экране бейджа как уже созданные изображения, так и создавать новые с помощью шаблонов.

Помимо этого, бейдж может быть дополнительно дооснащен модулем RF-ID для организации прохода участников мероприятий через автоматизированные системы контроля доступа.

Данный вид бейджей может быть использован многократно, особенно актуально это для компаний, занимающихся организацией и проведением мероприятий, а также использования в качестве разовых пропусков на режимных объектах. Многоразовое использование позволит сократить не только использование пластмасс, но и расходы компаний, а также повысить безопасность проведения мероприятий в случае использования RF-ID модулей.

Модернизация метода калибровки тепловизионного оборудования с помощью протяжённой модели абсолютно чёрного тела и активного тест-объекта

Бесшапошникова А.П., Клочков К.А.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
b_nastay@mail.ru

Выполнение калибровочных работ тепловизионной техники с помощью протяжённой модели абсолютного чёрного тела является наиболее часто используемой практикой. В зависимости от особенностей задач калибровки используется один универсальный или два независимых эталонных (образцовых) инфракрасных излучателя, формирующих равнотемпературные радиационные поля в положительном и отрицательном диапазонах [1, 2].

Для выполнения требований к качеству калибровки протяжённый излучатель должен иметь угловые размеры, в десять и более раз превышающие элементарное поле зрения, калибруемого тепловизора, а расстояние между излучателем и тепловизором выбирается таким, чтобы обеспечивать перекрытие апертурой излучателя не менее 20% угла поля зрения тепловизора [3]. Учитывая углы зрения профессиональных телевизоров размеры эталонного протяжённого излучателя составляют не менее 500x500 мм.

В процессе выполнения калибровочных работ с целью расширения возможностей калибровки используются специальные тепловые тест-объекты, выполненные в форме теплопроводящих пластин, предпочтительно медных [3]. Тепловые тест-объекты позволяют использовать т.н. дифференциальный способ калибровки, при котором регистрируются радиационные температуры излучателя, наблюдаемые через отверстия и/или щели, и среднюю температуру тест-объекта.

В Российской практике наиболее часто используются два вида тепловых тест-объектов:

1) с переменной щелью от 0 до 50 мм с шагом 1 мм, формируемой шторками;

2) с метками в форме круглых и/или прямоугольных отверстий с линейными размерами 10 мм межцентровым расстоянием 15 мм и 300 мм.

Радиационная температура таких тест-объектов носит бинарный (двухуровневый) характер и формируется непосредственно окружающей средой помещения или бокса, в котором проводится калибровка, и функционально-противоположной обработкой рабочих поверхностей тест-объекта: одна из сторон отполирована, вторая — зачернена.

С целью повышения дифференциальной разности рабочих поверхностей и повышения точности двухточечной калибровки предлагается сделать указанные мишени (тест-объекты) активными, т.е. способными изменять, сохранять и непрерывно контролировать с заданной точностью температуру рабочих поверхностей. Такое решение позволит минимизировать необходимость перехода протяжённого эталонного излучателя в зону отрицательных температур, вызывающих обледенение рабочей поверхности в связи с конденсацией находящейся в помещении влаги.

В качестве температурных активаторов предлагается использовать тонкоплёночный нагреватель, наклеиваемый между рабочими поверхностями тест-объекта. Если использовать условно точечные нагреватели, то с помощью матричного управления можно реализовать не только более равномерный общий нагрев рабочей поверхности, но и сформировать локальные, отличающиеся по температуре, рабочие зоны.

Одной из актуальных задач, неминуемо возникающих при использовании активных тест-объектов в связи малым расстоянием между ним и протяжённым калибровочным излучателем (от 1 до 3 см), является тепловая защита рабочей поверхности протяжённого калибровочного излучателя, имеющего температуру ниже температуры тест-объекта. Задача устранения тепловой дестабилизации может быть решена, например, применением современных высокоэффективных полимерных изоляторов и ИК прозрачных защитных плёнок, не абсорбирующих и не накапливающих влагу из воздуха.

Предлагаемые решения планируются к реализации в студенческом конструкторском бюро выпускающей кафедры радиоэлектронных и телекоммуникационных систем РГАТУ имени П.А. Соловьёва в рамках совместных работ с предприятием-партнёром ПАО «Ростовский оптико-механический завод».

Список литературы:

1. Особенности организации и выполнения автоматизированной многоточечной калибровки бортового тепловизионного оборудования для малых беспилотных летательных аппаратов / Бесшапошникова А.П., Клочков К.А., Печаткин А.В. // Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов «Актуальные проблемы развития авиационной техники и методов её эксплуатации − 2019». Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА. 2019

2. Инфракрасный модульный протяжённый излучатель для калибровки оптико-электронной и тепловизионной аппаратуры малой и средней оптической апертуры в составе универсального технологического комплекса / Бесшапошникова А.П., Клочков К.А., Печаткин А.В. // Сборник тезисов докладов XLV ММНК "Гагаринские чтения-2019". М.: МАИ, 2019. С. 265-266

3. ГОСТ Р 8.619-2006 Приборы тепловизионные измерительные. Методика поверки

Совершенствование системы пожарной безопасности на авиационно-технических складах ЦМТО

Гладышев А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванов Н.Г.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
sashka.sashka.1997@list.ru

Ежегодно из-за пренебрежения правилам противопожарной безопасности огонь уничтожает дорогостоящее имущество, объекты, технику, забирает жизни людей. Пожар наносит колоссальный ущерб Вооружённым Силам Российской Федерации. В особенности это касается пожаров на авиационно-технических складах ЦМТО, так как там хранятся все запасы авиационно-технического имущества необходимые для обеспечения Вооружённых сил Российской Федерации. Возникновение всего лишь одного крупного пожара на АТС в военное время, может серьёзно подорвать обороноспособность нашей страны в целом. В Военно-воздушных силах Российской Федерации нарушаться бесперебойные поставки необходимых запасных частей, агрегатов и другого авиационно-технического имущества. Опыт ведения боевых действий в Сирийской Арабской Республике показывает, что сохранность авиационно-технического имущества в противопожарном отношении на объектах хранения является одним из основных направлений. В АТС ВКС отмечается недостаточное оснащение хранилищ средствами предотвращения и тушения пожаров. Пожарная безопасность объектов АТС ВКС обеспечивается в основном по двум направлениям — мерами предотвращения и тушения пожаров. Успех тушения пожаров зависит от комплекса научных, технических, организационно-профилактических факторов, а также от служебных, оперативно-тактических действий, таких как: изучение закономерностей развития пожаров, умелое и грамотное использование новых видов техники, способов и приемов спасания людей и тушения пожаров, применение нормативно-правовой базы.

В совокупности сама система пожарной сигнализации представляется в виде сложного технического комплекса функциональных средств для своевременного обнаружения возгорания. Современные системы пожарной сигнализации имеют преимущества в интеграции с инженерными системами здания, что значительно повышает эффективность функционирования данных систем безопасности.

Актуальность работы обусловлена высокими требованиями, предъявляемыми к сохранности дорогостоящего имущества, хранящегося на базах и складах ЦМТО.

В статье представлена комбинированная система пожарной безопасности, внедрение которой позволит максимально быстро обнаружить возникновение пожара на авиационно-

технических складах ЦМТО и обеспечить быстрое тушение очага возгорания. Установив рассчитанную мной систему пожарной охраны в хранилище, существенно уменьшится время обнаружения пожара, что позволит потушить очаг возгорания на начальной стадии его возникновения. Таким образом тематика повышения эффективности системы пожарной безопасности на авиационно-технических складах ЦМТО является действительно серьёзной проблемой, которую нельзя игнорировать.

Список литературы:

1. Приказ Министра обороны РФ № 364 от 29.06.2018 «Об утверждении Положения о ведомственной пожарной охране Вооружённых сил Российской федерации». — с. 86

2. ГОСТ 12.1.004-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения». — с. 61

3. НПБ 105-03 «Определение категорий помещений и зданий по взрывоопасной и пожарной опасности». — с. 56

4. ГОСТ Р 57974-2017 «Производственные услуги организации проведения проверки работоспособности системы и установок противопожарной защиты здании и сооружении. Общие требования». — с. 27.

Исследование отечественного материала для технологии PolyJet

Горелов А.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
andrew.93@bk.ru

На кафедре «Технология приборостроения» Московского авиационного института проводятся исследования по внедрению аддитивных технологий в производство электронных устройств. При этом, в первую очередь, рассматриваются уже существующие технологии и материалы, используемые для 3D-печати.

На текущем этапе для дальнейших исследований выбрана технология PolyJet, как наиболее перспективная для внедрения в производство электроники. Одна из закономерных проблем, с которой пришлось столкнуться в процессе исследований — существующие решения изначально не рассчитаны для применения в электронике (паяльные 3D-маски, печатная электроника и т.д.). Вторая проблема — высокая стоимость расходных материалов. Для решения этих проблем рассматривается возможность применения альтернативных материалов для 3D-печати, преимущественно отечественного производства.

В рамках исследований материалов рассмотрен отечественный аналог материала RGD720 (FullCure720) — ФПК-2. Как и в случае с оригинальным материалом, в основе аналога лежит акрилат. Важным преимуществом ФПК-2 является стоимость материала, которая примерно в 3 раза ниже стоимости оригинального материала. Однако, для перед использованием неоригинальных материалов, потребовалось проведение исследований характеристик материала и сравнительного анализа ФПК-2 и RGD720 (FullCure720).

Для определения характеристик разработан план эксперимента и проведен ряд исследований по определению вязкости, усадки, температуры стеклования, температуры деструкции и прочности на разрыв.

В процессе проведения сравнительного анализа ФПК-2 с оригинальным материалом, установлено:

- Вязкость выше на 81,3%;
- Усадка ниже на 0,85%
- Температура стеклования выше на 26,1°;
- Температура деструкции ниже на 50°;
- Прочность на разрыв выше на 39,6%.

На основании полученных результатов, можно сделать вывод, что использование материала отечественного производства возможно в установках PolyJet, однако из-за более высокой вязкости возможно сокращение ресурса бесперебойной работы оборудования.

Результаты исследований переданы производителю ФПК-2 для дальнейшего усовершенствования материала.

Методы регистрации количественных респираторных показателей при физической нагрузке: скорость потока, содержание кислорода и диоксида углерода в вдыхаемом и выдыхаемом газе

Гурявичюс Й.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Некрасова Ю.Ю.
МАИ, Москва
vankokon@gmail.com

По данным Всемирной Организации Здравохранения (ВОЗ) На 2016 год на долю сердечно-сосудистых заболеваний приходится 31% случаев смерти, а на респираторные около 11%. Одним из самых распространенных заболеваний легких является хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), характеризующаяся хроническим ограничением потока воздуха в дыхательных путях. По данным Исследования глобального бремени болезни, в 2016 г. распространенность ХОБЛ в мире была на уровне 251 миллиона случаев. По оценкам 3,17 миллиона человек в мире умерли от этого заболевания в 2015 г., что составило почти 5% всех случаев смерти в мире в этом году. Данная статистика заставляет задуматься о борьбе сердечно-респираторными заболеваниями.

Кардиопульмональное нагрузочное тестирование включает в себя комплексную оценку толерантности сердечно-сосудистой и респираторной системы к физической нагрузки, что является показателем точной и информативной диагностики. Кроме регистрации электрокардиограммы, сатурации и артериального давления с помощью него можно также оценить эффективность газообмена и вентиляции легких. Самыми важными элементами данного прибора являются 3 датчика: двунаправленный датчик потока, датчик O2 и датчик CO2. Именно от выбора метода используемом в датчике зависит выполнение указанных в техническом задании требований.

Ниже приведены методы регистрации кислорода, углекислого газа и скорости потока:

1. Методы регистрации кислорода в отбираемой пробе:
1.1 Электрохимический
1.2 Парамагнитный
1.3 Лазер
2. Методы регистрации углекислого газа в отбираемой пробе:
2.1 Масс-спектрометрия
2.2 Ультразвуковой метод
2.3 Инфракрасная спектрография (ИС)
3. Методы регистрации скорости потока исследуемого образца:
3.1 Турбинный расходомер
3.2 Трубка Пито
3.3 Пневмотахометр
3.4 Ультразвуковой датчик потока
3.5 Термоанемометр

В ходе анализа существующих методов исследования респираторной системы были подобраны датчики, который будут входить в комплекс прибора для нагрузочных проб. Это парамагнитный датчики кислорода и ультразвуковые датчики потока и диоксида углерода.

Данный прибор будет актуален так, как из отечественных кампаний никто не делает системы для нагрузочных проб с респираторным исследованием, данные выводы были сделаны на основе анализа рынка и недавно прошедшей выставки «Здравохранение-2019». Новизна заключается в использовании ультразвуковых методов, в отличии от других фирм на международном рынке.

Выбор форматов данных САПР для разработки систем контроля печатных плат

Домени А.С., Исаев В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
domeni.anton@mail.ru

В современном проектировании и производстве печатных плат широко применяются системы автоматизированного контроля качества и надежности. В большинстве случаев для работы системе контроля требуется определенная информация о конструкции печатной платы (например, топология или перечень элементов). Благодаря переходу от бумажной к цифровой документации программное обеспечение систем контроля может с легкостью получать необходимые данные из файлов систем автоматизированного проектирования (САПР).

При разработке новой системы контроля одними из приоритетных задач являются составление списка информации о печатной плате, которая будет использована в качестве исходных данных, и реализация способа получения нужной информации из доступной цифровой документации. Проблема в том, что на современном рынке представлено множество различных САПР и, следовательно, множество различных форматов хранения данных о конструкции печатной платы. Любая новая система контроля для поддержания конкурентоспособности обязана уметь распознавать если не все, то хотя бы наиболее распространенные форматы данных.

Первым шагом для выбора, какие форматы требуется поддерживать новой системе контроля, является анализ рынка современных САПР. По результатам анализа можно составить список наиболее популярных CAD/CAM-систем (например, Altium Designer, Autodesk EAGLE, CAM350) и, соответственно, список всех поддерживаемых этими системами форматов. Наиболее интересными для рассмотрения являются форматы, поддерживаемые наибольшим количеством систем.

Следующим шагом является сбор информации об открытости форматов. Большинство компаний-разработчиков САПР оставляют стандарты своих форматов файлов закрытыми (проприетарными). Проприетарный формат возможно распознать, однако это потребует значительных затрат на обратную разработку (reverse engineering). Следовательно, список всех поддерживаемых наиболее популярными САПР форматов можно отфильтровать и оставить только открытые (например, DXF, PDF, IPC-2581).

Последним шагом становится поиск среди оставшихся после предыдущих шагов формата, содержащего всю необходимую для новой системы контроля информацию. Для таких видов контроля, как оценка качества трассировки или тестирование электрических соединений печатных плат, требуются следующие данные:

- Переходные отверстия — расположение, количество, габариты (диаметр, толщина металлизации);
- Печатные проводники — расположение, количество, габариты (длина, ширина, толщина);
- Площадь платы и процент её металлизации;
- Класс точности (минимальное расстояние между компонентами, дорожками и т.д.);
- Количество слоев.

С учетом всех условий, указанных ранее, одним из наиболее подходящих форматов для использования является Gerber. Данный формат достаточно распространен, поддерживается большинством САПР, имеет открытый стандарт и содержит практически всю необходимую информацию (за исключением количества слоев). Однако некоторые другие форматы (например, DXF или ODB++) также удовлетворяют большей части условий. Перед принятием решения об итоговом выборе одного или нескольких форматов для разработки модуля распознавания данных о печатной плате необходимо взвесить все достоинства и недостатки каждого формата, а также оценить приблизительную нишу рынка для новой системы контроля, чтобы избежать излишних затрат на поддержку неактуальных форматов.

Список литературы:
1. Dimitrov, L., Valchkova, F. Problems with 3D data exchange between CAD systems using neutral formats // Proceedings in Manufacturing Systems. 2011. № 6 (3). С. 127-130.
2. The Gerber File Format Specification - Revision 2019.06. URL: https://www.ucamco.com/files/downloads/file/81/The_Gerber_File_Format_specification.pdf (дата обращения: 21.02.2020).

Алгоритм оценки качества трассировки печатных плат

Исаев В.В., Афанасьев А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
isaevtver@gmail.com

Для оценки качества трассировки печатных плат разрабатывается алгоритм (тезисы на 16-ой международной конференции «Авиация и космонавтика — 2017»), который основывается на ряде критериев, влияющих на конечные характеристики ПП: количество переходные отверстия, средняя длина дорожки, класс точности и другие. На основании данных критериев составлено уравнение с весовыми коэффициентами. Именно это уравнение стало ключом для начала анализа трассировки печатных плат.

Первоначально алгоритм оценки качества трассировки печатных плат включал в себя сумму абсолютных значений критериев, умноженных на индивидуальные весовые коэффициенты. Однако проанализировав более 50 вариантов плат, основанных на одной принципиальной схеме обнаружен один из главных недостатков данного алгоритма: если абсолютное значение одного из критериев, например, площадь печатной платы, значительно превышает абсолютные значения других критериев, то влияние этих критериев нивелируется. Конечно, абсолютные значения корректируются весовыми коэффициентами. Однако мы не можем бездумно занизить весовой коэффициент доминирующего критерия, чтобы абсолютное значение данного критерия стало того же порядка, что и значения других критериев, так как в данном случае при использовании этих же весовых коэффициентов на других образцах, где данный критерий не является доминирующим, уже влияние данного критерия будет нивелировано.

Таким образом мы пришли к решению отказаться от оценки качества печатной платы по абсолютным значениям и перейти к сравнительной оценке пар или групп печатных плат по единой принципиальной схемой. В таком случае за нижнюю границу каждого из критериев принято минимальное значение данного критерия во всей группе печатных плат и это значение берется как 1. Последующие значения делятся на минимальную границу и таким образом мы получаем сравнительную оценку, не зависящую от цифровых значений каждого из критериев. Таким образом достигается более объективная оценка качества трассировки ПП.

Организация обратной связи для управления роботизированными протезами верхних конечностей

Казаков А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.
МАИ, Москва
zozgozog@gmail.com

Одной из основных проблем применения бионических протезов верхних конечностей, является несовершенство их систем управления. Классический бионический протез управляется сокращениями мышц культи. При ампутации большой части конечности задачи управления движениями кисти и предплечья перекладывается на мышцы плеча и груди. Подобное управление неинтуитивно и требует длительного обучения и практики. Существует несколько подходов к организации интуитивного управления, которые, в свою очередь,

выносят на передний план другую проблему управления бионическим протезом отсутствие обратной связи с пациентом. Единственным способом контроля движения протеза остается визуальное наблюдение.

Один из подходов к организации интуитивного управления бионическим протезом основан на целевой мышечной реиннервации, хирургической технике при которой нервные волокна раннее иннервирующие мышцы руки, подводятся к оставшимся мышцам груди и плеча, эти мышцы начинают реагировать на сигналы управления отсутствующей конечностью. Также эффектом операции является эффект передачи осязания, прилегающая к реиннервированным мышцам кожа начинает ощущать, как кожа отсутствующей конечности. Существующие исследования возможности применения эффекта передачи осязания для организации обратной связи протез-человек в основном используют вибромоторы для передачи информации пациенту. Однако вибрационные воздействия не в должной степени отражают механические воздействия на протез. В основном применяются кратковременные сигналы, сообщающие о том или ином событии: прикосновение, сжатие и разжатие руки и др.

Настоящая работа посвящена описанию и разработке системы обратной связи управления бионическим протезом, на основе оказания на кожу пациента механического давления пропорционального воздействиям на протез. Работа условно разделена на три части.

Первая часть посвящена разработке общего вида системы обратной связи. Включает разработку структурной схемы системы, разработку предварительной математической модели с определением основных воздействий, их амплитудных и временных характеристик, определение основных требований к узлам системы, в особенности, к механическому приводу, его рабочим и массогабаритным характеристикам.

Вторая часть посвящена определению типа привода, наиболее соответствующего выявленным требованиям. Включает выбор типов привода для исследования, разработку приводов каждого типа под условия задачи, моделирование и сравнение их характеристик, выявление наиболее соответствующего варианта.

Выбранные типы привода для исследования:

– Электродвигатель вращательного движения,

– Электродвигатель поступательного движения,

– Система с пневмоцилиндром,

– Система с гидроцилиндром.

Третья часть посвящена разработке системы обратной связи с выбранным типом привода. Включает разработку математической модели работы итоговой системы, сравнение её с предварительной моделью.

Разработка подобной системы обратной связи способна значительно улучшить качество управления бионическими протезами верхних конечностей.

Список литературы:

1. Тодд А. Куйкен [Todd A. Kuiken], Э. Шульц [E. Schultz], К. Барлоу [K. Barlow]. Targeted Muscle Reinnervation. Neural Interface for Artificial Limbs. Series in Medical Physics and Biomedical Engineering, CRC Press, Taylor & Francis Group 6000/ Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca/ Raton, FL 33487-2742, 2014. 219с.

2. А.В. Круглов, И.В. Шведовченко. Современное состояние вопроса функционального протезирования инвалидов с культями кисти и пальцев // Гений ортопедии. 2017. Том 23, №3. С. 368-373.

3. Дуглас Дж. Веббер [Douglas J. Weber], Манчжао Хао [Manzhao Hao], Мишель А. Урбин [Michael A. Urbin], Кэролайн Шоенвальд [Caroline Schoenewald], Нин лан [Ning Lan]. Sensory information feedback for neural prostheses // Biomedical Information Technology 2020. Second edition, Ch. 21. P. 687-715.

Методика снижения нагрева печатных плат сильноточных коммутационных приборов при помощи дублирования силовых цепей

Картавых Н.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.
МАИ, Москва
nikitakartavykh@gmail.com

Не теряющие актуальности требования к миниатюризации систем управления ракетно-космических комплексов ставят перед разработчиками электронной аппаратуры всё новые и новые задачи разработки, отработки и внедрения новых конструктивных решений, материалов и технологий, позволяющих обеспечить требуемые габаритно-массовые характеристики (ГМХ) разрабатываемых изделий.

Наиболее проблемными с точки зрения ГМХ являются сильноточные коммутационные приборы, где доля проводного монтажа может достигать порядка 30% от общей массы. Поэтому на первый план выходит задача снижения объёма кабельной сети посредством организации максимального количества силовых электрических соединений с помощью печатного монтажа в составе печатных плат (ПП).

При реализации высоких токов на ПП возникает проблема нагрева печатных проводников при протекании по ним высоких токов. Снижение их нагрева может быть обеспечено повышением теплопроводности материалов основания (применение композитов [2], керамики и различных металлов [1], [4]) либо увеличением токопроводности проводников [5] (например, применение медной проволоки или профилей, соединяемых с печатным рисунком ультразвуковой сваркой по технологии Hausermann [3]).

Однако вышеуказанные методы имеют ограничения по количеству слоёв и размерам плат, что негативно сказывается на функциональности, а также требует применения импортных материалов и технологий.

Альтернативой может стать дублирование силовых цепей на смежных слоях ПП. Данное конструктивное решение может быть реализовано на отечественных материалах с использованием традиционных технологий изготовления ПП без необходимости переоснащения производства. К недостаткам можно отнести необходимость размещения металлизированных сквозных отверстий (МСО) для дублирования проводников на смежных слоях и увеличение площади, занимаемой силовыми проводниками, что снижает площадь для оставшейся компоновки и трассировки ПП.

Для оценки эффективности предложенного конструктивного решения воспользуемся методом полного факторного эксперимента, так как он позволяет за минимальное количество экспериментов получить зависимости величин, в явном виде физически не связанных, либо аналитическое получение которых является затруднительным ввиду сложности математического описания взаимосвязей между переменными.

В данной работе ограничимся исследованием в нормальных условиях при естественной конвекции. Так как численный эксперимент предполагает ограниченную область определения факторных переменных, установим следующие диапазоны варьирования геометрических характеристик печатных проводников и величины токовой нагрузки:

1) протекающий по проводнику ток (0,5...2,5 А);
2) ширина печатного проводника (0,5...2,5 мм);
3) длина печатного проводника (40...80 мм);
4) количество МСО (1...3 шт);
5) диаметр МСО (0,5… 0,9 мм).

Сравнение производится для обычных проводников и для дублированных на односторонней и двусторонней ПП соответственно. Для контроля нагрева используется термопара.

В результате эксперимента получены аналитические зависимости максимального нагрева печатных проводников при различной их геометрии и величине протекающего тока.

Получены коэффициенты уравнения регрессии, позволяющие оценить степень влияния отдельных конструктивных параметров и их комбинаций на нагрев печатных проводников.

Анализ полученных зависимостей показал, что дублирование силовых цепей позволяет снизить их нагрев до 15% в установленных диапазонах варьирования факторных переменных, что доказывает эффективность предложенного конструктивного решения.

Расширение перспективы его применяемости возможно за счёт интегрирования в более сложные конструкции ПП с использованием большего количества слоёв и новейших технологий организации переходных отверстий, в том числе их заполнения, что требует дальнейшего исследования.

Список литературы:

1. Максимов А. Печатные платы с металлическим основанием: Свойства и Технологии // «Печатный Монтаж» (Электронный ресурс), 2009. №6.

2. Коснырев В. Компания BERGQUIST: Теплопроводные материалы настоящего и будущего // «Электроника: Наука, Технология, Бизнес» (Электронный ресурс), 2005. №5.

3. Оберендер Л. Реализация высоких токов на печатных платах. Часть 1 // «Технологии в электронной промышленности» (Электронный ресурс), 2007. №5.

4. Закс М. Теплоотводящие печатные платы для монтажа мощных светодиодов // «Технологии в электронной промышленности» (Электронный ресурс), 2011. №6.

5. Васильев Ф.В., Медведев А.М., Сергеев А.В. Токонесущая способность печатных проводников // «Практическая силовая электроника», 2015. №4

Анализ особенностей и ограничений аналитического метода расчёта допусков номиналов электронных компонентов

Кенжахметов Ж.Е., Рахметов И.А.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
zhandos.141.00@mail.ru

Задача аналитического расчёта допусков электронных компонентов электрической цепи с целью формирования «конфликтного множества», выявления оптимальных значений и прямой передачи в информационное пространство жизненного цикла объекта проектирования была и остаётся актуальной для разработчиков радиоэлектронного оборудования. Наиболее универсальным представителем аналитического расчёта является дифференциальный метод, позволяющий на основе синтеза комплексной передаточной характеристики электронной цепи получить качественную и количественную оценку вклада отдельного электронного компонента на изменение того или иного выходного параметра [1, 2].

Разработанная компьютерная модель, позволяет сделать вывод о наличии особенностей и ограничений дифференциального метода для решения прямой (расчёт допусков компонентов на основании требований к допуску выходного параметра) и обратной (расчёт допуска выходного параметра на основании доступных допусков номиналов компонентов) задач.

Модель построена на платформе CAE MathCad и успешно апробирована в сквозном лабораторном практикуме одной их профессиональных дисциплин учебного плана подготовки прикладных бакалавров по направлению «Конструирование и технология электронных средств», профиль «Инжиниринг радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения».

В результате выполнения аналитического расчёта допусков и последующего статистического моделирования в схемотехнической CAE Electronics Workbench 19-ти вариантов заданий 3-х видов частотно-избирательных цепей 2-го порядка был выявлен ряд особенностей, влияющий на конечный результат расчёта.

Расчёт допусков номиналов электронных компонентов проводился на основании заданного допустимого процента брака и возможного отклонения выходного параметра частотно-зависимой электрической цепи, в качестве которого использовалось выходное напряжение. Расчёт осуществлялся для 4-х вариантов: равный вклад допусков компонентов

(индивидуальные значения допуска для каждого) и равный допуск компонентов (одинаковые значения допуска для каждого) для нормального распределения; равный вклад допусков и равный допуск компонентов для равномерного распределения.

Для расчёта использовались цепи, позволяющие за счёт изменения номиналов электронных компонентов (резисторов, конденсаторов и индуктивностей) получить следующие виды АЧХ:

• Гладкую, уменьшающуюся с ростом частоты входного сигнала (аналог фильтра нижних частот с потерями, Ku<1);

• Гладкую, увеличивающуюся с ростом частоты входного сигнала (аналог фильтра верхних частот с потерями, Ku<1);

• Резонансную (аналог полосового фильтра с потерями, Ku<1);

• Гладкую, уменьшающуюся с ростом частоты входного сигнала (аналог фильтра нижних частот с без потерь, Ku=1);

• Гладкую, увеличивающуюся с ростом частоты входного сигнала (аналог фильтра верхних частот без потерь, Ku=1);

• Резонансную (аналог полосового фильтра без потерь, Ku=1, Ku>1).

Т.о., в компьютерной модели реализована коллаборативная фильтрация, позволяющая построить прогнозы (рекомендации) для практической реализации изделия при наличии той или иной технической возможности, например, наличия, возможности, целесообразности приобретения электронных компонентов с необходимым диапазоном допусков, или допустимого процента брака. Основным допущением такого прогноза является высокая вероятность повторяемости допусков для аналогичных электронных цепей.

По результатам анализа были сформулированы следующие выводы:

1) для цепей с потерями, имеющих гладкую АЧХ, уменьшающуюся или увеличивающуюся с ростом частоты входного сигнала (Ku <1), или резонансную АЧХ, не достигающую в пике единичного относительного уровня, корректный расчёт возможен для любой точки частотной оси;

2) для цепей без потерь или с их компенсацией, имеющих гладкую АЧХ, уменьшающуюся или увеличивающуюся с ростом частоты входного сигнала (Ku=1) корректный расчёт возможен вблизи точки максимального экстремума на частотной оси. Использование частоты с максимальным значением выходного параметра (напряжения) приводит к появлению допуска, превышающего 100% и физически не реализуемого;

3) для цепей без потерь или с их компенсацией, имеющих или резонансную АЧХ, (Ku=1, Ku>1) корректный расчёт возможен только при существенном удалении от точки максимального экстремума на частотной оси (на уровне 0.5 от максимума и ниже), иначе допуск также получается не реализуемым.

Список литературы:

1. Печаткин А.В. Обеспечение требуемой точности функциональных параметров электронных устройств на ранних этапах сквозного компьютерного проектирования компонентов / А.Т. Кизимов, А.В. Печаткин, А.Н. Смирнов // Вестник РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск, №3 (42), 2017. — С. 98–110

2. Печаткин А.В. Обеспечение заданной точности выходных параметров радиоэлектронного устройства на основе статистического расчёта допусков компонентов / А.Т. Кизимов, А.В. Печаткин, А.Н. Смирнов // Вестник РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск, №1 (32), 2015. — С. 171-178

Методы защиты бортовой аппаратуры БПЛА от импульсных электромагнитных помех

Кондрашов П.В., Кузнецов С.С., Бортникова С.В.
КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга
p.kondrashov.radio@yandex.ru

В настоящее время все острее встает вопрос с электромагнитной совместимостью электронной аппаратуры, в том числе и аппаратуры БПЛА. Электромагнитные помехи, в общем случае, можно разделить на два вида: непрерывные (помехи от ЛЭП, источников электропитания, радиопередающей аппаратуры) и импульсные. Импульсные помехи представляют наибольшую угрозу, поскольку энергия, передаваемая электромагнитным импульсом, достигает огромных значений. Пример источника — Солнце. При вспышках на Солнце возникают электромагнитные импульсы, способные выводить из строя различную аппаратуру. Магнитная активность Солнца зависит от числа пятен на нем, а поскольку число пятен с каждым годом возрастает, то проблема защиты аппаратуры от солнечной активности становится все актуальнее. Ещё один пример источника помех — электромагнитный импульс, возникающий при ядерном взрыве.

Самым доступным из методов защиты от помех является экранирование. Однако, экранирование за счет стандартных материалов, таких как электротехническая сталь или пермаллой, ведет к значительному увеличению массогабаритных характеристик изделия, что для авиационной техники неприемлемо. Снижение массы за счет снижения толщины экрана приведет к уменьшению эффективности такого экранирования. Авторами предлагается использовать в качестве экранирующего материала аморфное железо. Данный материал обладает самой высокой магнитной проницаемостью — основным показателем качества экрана — на 2-3 порядка превосходящей магнитную проницаемость пермаллоя. Также, он легче обычного железа и пермаллоя. Поэтому на основе аморфного железа можно делать легкие высокоэффективные экраны. Основное применение аморфного железа, на данный момент — сердечники магнитопроводов высокочастотных трансформаторов.

Для большей надежности бортовой электроники, помимо экранирования, необходимо применять резервирование основных узлов аппаратуры. На беспилотном летательном аппарате должно присутствовать два бортовых компьютера: основной и находящийся в холодном резерве. Также должны быть дублированы все датчики, включенные в систему ориентации аппарата. Один комплект датчиков соединен с основным компьютером, другой — с резервным. Соответственно, второй комплект датчиков также находится в холодном резерве. За включение резервных компьютера и датчиков отвечает система резервирования, которая опрашивает основной компьютер, проверяя корректность его работы. Ещё одна обязательная составляющая бортовой аппаратуры — накопитель информации о начальных и текущих координатах аппарата. К носителю имеют доступ оба бортовых компьютера.

В случае отказа основного компьютера (из-за импульсной электромагнитной помехи или по какой-то другой причине), опрашиваемые системой резервирования данные становятся некорректными, что служит сигналом для включения резервной системы ориентации и управления. Резервные бортовой компьютер и набор датчиков гарантированно останутся работоспособными, поскольку в момент возникновения импульсной помехи были обесточены. Далее, резервный компьютер считывает данные из общего накопителя информации, определяет с помощью датчиков ориентации свое местоположение и восстанавливает траекторию движения. Поэтому, построение электронной аппаратуры по такой системе, позволит не только сохранить работоспособность летательного аппарата в случае мощной электромагнитной помехи, но и гарантированного выполнить поставленные перед аппаратом задачи.

Таким образом, авторами данной работы были предложены новые реализации методов повышения надежности БПЛА. Использование их позволит значительно улучшить устойчивость аппаратов данного класса к импульсным электромагнитным помехам различного происхождения.

Разработка автоматического подборщика подстроечных сопротивление

Кравченко Р.В., Самонов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кубрин В.И.
МАИ, Москва
sklon1996@gmail.com

В процессе технологической проверки-регулировки интерфейсов МКИО блоков выяснилось, что канал, отрегулированный согласно действующей инструкции на пониженной рабочей температуре по остаточному напряжению на магистрали (Uост), вносит ошибки при передаче данных. Канал включает микросборку МКИО (MIL-1553) ПК, регулировочные резисторы и изолирующий трансформатор для связи с магистралью.

Возможной причиной сообщения об ошибке ПК остаются внутренние процессы самоконтроля ПК в процессе передачи по Uост. Выяснение этого требует разработки дополнительных тестов и разработки технологического приспособления для регулировки ПК по комплексному критерию. С целью определения такового и разработки структуры аппаратно-программного стенда для регулировки интерфейсов МКИО необходимо построить модель передатчика и выделить основные физические механизмы, порождающие остаточное напряжение.

В ходе эксперимента было выявлено, что остаточное напряжение образуется в паузах между словом данных и ответным словом и после ответного слова. Эксперимент проводился при нормальных климатических условиях.

Экспериментальным путем был разработан алгоритм поиска области безошибочной работы и подобран ряд резисторов, позволяющий произвести регулировку остаточных напряжений.

На основе вывода из эксперимента был сформулирован алгоритм регулировки и отбраковки ПК. Данный алгоритм позволяет проводить регулировку более технологичным способом и учитывает устройство самоконтроля, находящееся в ПК.

Для осуществления алгоритма было спроектировано вычислительное устройство, которое выполняет действия согласно формулам, определяющим конфигурацию видоизмененной схемы магистрали ПК.

Разработка многоканального флуориметрического детектора

Майзенберг Т.Л.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Назаров А.В.
МАИ, Москва
timurchek1997@gmail.com

Флуоресцентная детекция широко применяется в экологических анализах, аналитической биохимии, фармацевтических анализах и в медицинской диагностике, например, в различных исследованиях структуры, динамики и функций ДНК. В частности, этот метод применяется для контроля результатов полимеразной цепной реакции (ПЦР) — метода “размножения” отдельных фрагментов ДНК в биологической пробе, так как позволяет контролировать рост концентрации фрагментов в реальном времени. Для регистрирования роста концентрации в состав фрагментов ДНК вводятся стандартизированные флуоресцентные красители.

Существуют различные конфигурации детекторов, в основном состоящие из следующих блоков: источник возбуждающего освещения, детектор испускаемого красителем света и интерференционных светофильтров.

На точность показаний в таком устройстве влияют несколько факторов. Длины волн возбуждения и излучения каждого красителя отличаются друг от друга на ~ 30 нм. Также длины волн разных красителей частично перекрывают друг друга. Это усложняет выбор источника излучения и светофильтров, а также увеличения специфичности детекции. Интенсивность и длительность флуоресценции для данных красителей невелика, это увеличивает количество шума в снимаемом детектором сигнале, уменьшается отношение

сигнал/шум (SNR). Влияние этих факторов усугубляется необходимостью исследования нескольких образцов одновременно.

В существующих детекторах решается проблема выбора источника освещения. Обычно применяют мощные твердотельные лазеры, пытаясь, таким образом, увеличить отношение полезного сигнала к шуму.

Для разработки детектора требуется провести несколько этапов моделирования и поставить ряд экспериментов:

• Разработана модель оптической системы детектора, возбуждающего флуоресценцию в емкости с образцом;

• Исследован процесс реакции красителей на излучение, оптимизированы условия измерений, обеспечивающие достижение наибольшей чувствительности;

• Разработана схемотехника устройства, позволяющая проводить многоканальную детекцию без потери полезного сигнала;

Список литературы:

1. Алексеев Я.И. [и др.]. Генетический анализатор для фрагментного анализа ДНК // Научное приборостроение. 2012. № 4 (22). С. 86–92.

2. Козулин Р.А. Лазерный флуориметрический детектор со сверхвысокой чувствительностью для приборов капиллярного электрофореза. 2017.

3. Reichman J. Handbook of optical filters for fluorescence microscopy / J. Reichman, Chroma Technology Corp., 2017. 42 с.

Методы автоматизации рентгеновской инспекции печатных плат

Минасян В.Б.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Протасов В.И.

МАИ, Москва

cooler-n2o-nos@ya.ru

В настоящее время, в связи с постоянным усложнением электроники, всё острее встает вопрос надежности, т.к. уплотнение компонентов и усложнение техпроцесса производства повышают требования к качеству изготовления. В связи с этим рентгеновский контроль становится всё более актуальным. Большое количество инспектируемых узлов неизбежно приводит к увеличению вероятности пропуска дефекта оператором. Помимо этого, существует проблема обнаружения некоторых видов дефектов, которые могут быть видны только при определенных углах наблюдения, а также участков плат, находящихся в тени радиаторов.

Для решения этих проблем предполагается комплексная автоматизация рентгеновской инспекции путем создания интеллектуальной системы, осуществляющей управление рентгеновской установкой, распознавание элементов печатных плат и принятие решения о пригодности конкретного узла и платы в целом.

Существующие системы распознавания демонстрируют вероятность ошибки от 2,7% до 0,5%, что по-прежнему является недостаточным, поскольку в одном устройстве может содержаться несколько тысяч печатных узлов, а пропуск дефекта в одном из них может привести к отказу.

Предполагается осуществить переход от двоичной логики к троичной, где у каждой подсистемы будет возможность не давать дать ответ для снижения вероятности ошибки в сложных случаях и расширения возможностей анализа собранных данных. В таких случаях, когда системы затрудняется дать четкий ответ, управление передается оператору.

Автоматизация управления рентгеновской установкой позволит в автоматическом режиме инициировать повторное сканирование узлов, в которых не был дан ответ о прохождении контроля или параметры полученного изображения не соответствуют требуемым, а также снизить поглощаемую дозу излучения за счет меньшего времени облучения, по сравнению с ручным управлением, и оптимизации параметров напряжения и мощности рентгеновской трубки.

Особенности лебедки без токосъемника

Ненашкина П.А.
Научный руководитель — Гусев А.Л.
КНИТУ-КАИ, Казань
nenach00@mail.ru

Существует множество конструкций лебедок, применяемых во многих отраслях. Часто функцией лебедки является не только перемещение грузов, но и передача информации от лебедки к закреплённому на другом конце грузу по кабель-торсу. Примером являются глубоководные комплексы, которые устанавливаются на спускоподъемных устройствах. Одним из важных элементов таких лебедок является токосъемник или токопереходник. Устройство представляет собой электрический аппарат, создающий электрический контакт электрического оборудования, установленного на подвижном элементе с контактной сетью. Одним из решений при передаче большого объема информации является применение в составе кабель-троса оптических волокон. В то же время передача информации от подвижного объекта к неподвижному требует включения в состав токопереходника соответствующего устройства. В случае применения кабель-троса с двумя и более оптическими жилами, изготовление токопереходника, а соответственно и лебедки, вызывает известные трудности.

Одним из способов решения этой проблемы является применение лебедки, в составе которой отсутствует токопереходник, и кабель-трос идет не прерываясь от неподвижного устройства к подвижному. Из рассмотренных вариантов наиболее перспективной признана конструкция лебедки, разработанная на базе патента SU 1705938 A1, в котором конструкция значительно доработана для применения.

Разработанная лебедка имеет барабан, две стойки, тросоукладчик и электропривод. Барабан состоит из двух реборд и обечайки. Одна из реборд имеет накладку, предназначенную для компенсации толщины кабеля, и вырез для выхода кабеля. Между стойкой и этой ребордой образуется пространство с расстоянием равным толщине кабеля. В этом пространстве укладывается дополнительная часть кабеля в виде плоской спирали, с закреплением одного конца в центре на направляющем элементе, а второго на одной стойке в месте закрепления компенсационной накладки. Обечайка барабана опирается на подшипники скольжения, закрепленные к стойкам. Между стоек расположен тросоукладчик, состоящий из двух направляющих, на которых стоит каретка, перемещающаяся с помощью передачи винт-гайка. Винт вращается с помощью электропривода, установленного на одну из реборд. Кабель проходит через фильеру в каретке, который вращается с помощью мотора-редуктора, установленного на одну из стоек, для укладывания кабеля ровными слоями на барабан.

Отличительной особенностью разработанной лебедки является наличие зоны со спиралевидной навивкой кабель-троса. При проектировании данной лебедки необходимо учитывать условия использования лебедки. При использовании кабеля с пластиковой оболочкой его жесткость может варьироваться в значительных пределах и на глубине может стать излишней, и лебедка может прекратить работать. Достаточно мягкий кабель также может затруднить использование лебедки, так как из-за нехватки жесткости может закручиваться и неправильно распределиться для укладки кабеля. Таким образом, кабель должен обладать заданной жесткостью. Параметры жесткости троса определяются экспериментальным путем.

Обычно полезный объем на проектируемых аппаратах ограничен, а рассмотренную конструкцию лебедки можно реализовать в различных вариантах исполнения. Была проведена оптимизация конструкции по занимаемой ею площадью. Задача заключается в минимизации смоченной площади при прочих равных условиях, с учетом параметров применяемого кабель-троса.

Внутренний диаметр спирали зависит от жесткости кабеля и не может быть меньше, чем критический радиус. Следует, что внутренний диаметр равен двум критическим радиусам. Так как минимальная необходимая требуемая длина кабеля в спирали зависит от критического радиуса, то минимальная требуемая длина кабеля в спирали равна сумме длины кабеля и

критического радиуса. Эта требуемая длина кабеля необходима для того, чтобы получить необходимое количество витков в спирали. При этом она зависит от длины кабеля. При увеличении длины кабеля и сохранении диаметра барабана неизменным имеется такая длина кабеля, при которой длина лебедки будет максимальной. Определяем длину лебедки, так как длина кабеля известна, и диаметр спирали. Затем можно определить высоту и ширину лебедки, ввиду того, что высота равна ширине. Таким образом, применяя данные вычисления можно определить габариты лебедки.

Рассматривая вопрос оптимизации по смоченной площади, и исходя из того, что наименьшую площадь имеет куб, принимаем, что длина лебедки равна её ширине и высоте. При необходимости из данного выражения можно получить все необходимые параметры для лебедки. При габаритах близких к кубу из зависимости минимальной необходимой требуемой длины кабеля в спирали от длины кабеля можно вычислить количество витков кабеля на барабане. Количество кабеля в спирали в зависимости от диаметра барабана и составляет примерно 1⁄2 умноженная на длину кабеля.

Разработанная лебедка позволяет применять в качестве грузонесущего троса кабель — трос с неограниченным количеством оптических жил, отличающийся простотой и надежностью.

Двухстороннее устройство, работающее на технологии NFC

Подгорный А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семёнов Г.Е.
МАИ, Москва
artempodgorny@mail.ru

В настоящее время, активно развивается рынок NFC. Применение этой технологии находит все больше сфер в повседневной жизни человека. Однако, технологию бесконтактной связи можно использовать по-разному. Например, в браслетах, с двухсторонним режимом работы (считывание информации и передача информации).

Такого рода устройства — являются безопасными и простыми в использовании. Потенциал NFC не имеет ограничений в применении. На данный момент технология используется для оплаты проезда, оплаты покупок в магазинах, оснащенных NFC считывателями, управление техникой, прохождение турникетов на входе во многие учреждения и во многом другом. Но области применения у NFC растут и развиваются.

Ярким примером является браслет для повседневной жизни. Устройство может являться часами, фитнесс браслетом, устройством для передачи личной информации и для её получения, а также для хранения медицинской карты пользователя.

Эффективность. Если такие функции как часы и фитнесс браслет не удивят рядового пользователя, то передача и получение информации на браслет и хранение медицинской карты, это не только удивит, но и станет отличительной особенностью от остальных устройств, работающих на технологии NFC.

Хранение личных медицинских данных, на первый взгляд, может показаться не безопасной затеей. Но доступ к этим данным будет только у работников службы спасения и медицинских учреждений. Такое решение способно спасти человеку жизнь в чрезвычайной ситуации. Допустим, человек попал в аварию. Нужно срочное переливание крови, но время на установление группы крови или другой жизненно важной информации бесценно. Устройство позволит работником медицинской службы быстро получить данные о группе крови, индивидуальных непереносимостей на препараты либо другую необходимую информацию для своевременной оказании помощи пациенту.

Важным моментом является процедура получения рецептов от врачей. Не всегда обычный пользователь способен разобрать почерк специалиста медицинского учреждения. В форс мажорной ситуации рецепт может потеряться.

На браслет с двухсторонней связью возможно записывать рецепт от врача, а в аптеке сотрудник способен считать этот рецепт с помощью NFC-reader. Информация не

видоизменится и не попадет в руки злоумышленником и недоброжелателям, благодаря шифрации и дешифрации информации.

Рассмотрим вторую не менее важную функцию устройства — передача и считывание информации. Где может найти применение? Во многих, если не во всех сферах обычной человеческой деятельности. Причем возраст пользователя не ограничивает области применения. Например, ребенок может получить у учителя домашнюю работу после окончания занятий в школе, вместо того, чтобы записывать в дневнике. Сколько учащиеся школ носят в рюкзаке тяжести каждый день на занятия и после занятий? Одно устройство способно снизить количество учебников и тетрадей до двух раз.

Если представить ситуацию немного с другой стороны, где браслет играет роль пропуска на территорию учебного заведения, то и в этом можно найти место применения. На территорию школы пройдут по личному пропуску, который будет всегда на руке ребенка, только ученик.

Рассмотрим основные положительные стороны:

1. Доступная цена и высокое качество.
2. Как правило, материалы, из которых выполнен браслет, не вызывают аллергических реакций и раздражений.
3. Удобство и простота в использовании.
4. Не требует постоянной подзарядки от сети.
5. Взаимозаменяемость. При необходимости, старый чип можно достать и заменить на новый.

Теперь о минусах:

1. При обычной работе технологии (назовем её односторонней), к такому чипу возможно привязать только одну карту.
2. На обычный чип помещается небольшое количество информации.

Таким образом, технология NFC имеет большую перспективу в развитии в самых обычных и в то же время важных сферах.

Особенности создания цифрового двойника многослойной СВЧ–коммутационной платы космического назначения

Поймалин В.Э.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Жуков А.А.
АО «Российские космические системы», Москва
poymalin.vladislav@gmail.com

Сегодня благодаря тенденции миниатюризации устройств [1] все активнее прорабатываются и совершенствуются технологии производства. Особенно важным данный процесс является в области космического приборостроения в связи с ограниченной номенклатурой используемых материалов и жесткими требованиями к соотношению функциональности и габаритов приборов. Также остро стоят вопросы минимизации ошибок при проектировании конечного устройства и создания наиболее приближенных моделей в современных системах автоматизированного проектирования (САПР) [2–3] для оценки характеристик не только устройства, но и технологии его создания. В связи с чем обозначенная тема является крайне актуальной. Создание цифрового двойника — это создание программного аналога физического устройства, моделирующего внутренние процессы, технические характеристики и поведение реального объекта в условиях окружающей среды. Важной особенностью цифрового двойника является то, что после формирования модели в САПР и симулирования первичного воздействия в модель вносятся дополнительные условия и особенности функционирования прибора, информацию о которых собирают с устройства начиная с этапа испытаний и продолжаются после введения его в эксплуатацию.

Целью данной работы является создание модели платы МШУ и анализ соответствия характеристик модели и реального образца для дальнейшего формирования цифрового двойника.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: спроектировать малошумящий усилитель, выполненный по технологии многослойных СВЧ–коммутационных плат; разработать пакет шаблонов и изготовить образец устройства; построить 3D модель МШУ; провести анализ и сравнение СВЧ характеристик модели и реального образца.

Объектом исследования служит модель многослойной СВЧ–коммутационной платы на органическом диэлектрике для модуля МШУ.

При проектировании СВЧ устройств большое значение имеет первоначальное согласование всех элементов тракта между собой, а для этого проводится предварительный расчет характеристик платы в зависимости от технологии изготовления устройства. В связи со специфическими требованиями к функциям МШУ [4] точность изготовления топологии должна быть максимально возможной. Исходя из возможностей технологии, принимаем разрешающую способность 10 мкм ±5 мкм. Созданная модель представляет собой структуру, симулирующую многослойную плату, диэлектриком в которой выступает полиимид, металлизированные слои представлены структурой, состоящей из Cr–Cu–Ni, для внутренних слоев и Cr–Cu–Ni–Au для верхнего слоя. Вся структура послойно нанесена на керамическую подложку из AlN. Характеристики, описанных материалов, прописываются в специальные библиотеки САПРа. На данном этапе не формировались диффузионные переходы в металлической структуре, но рассматривалось заполнение материалами пустот в слоях. Так как на данном этапе формируется только плата в модели также не указывались разварки, и установка кристаллов для создания законченного модуля МШУ. Было проведено симулирование прохождения сигналов в СВЧ линиях и получены СВЧ–характеристики. Изготовлена плата модуля МШУ, и с помощью векторного анализатора цепей и зондовой станции были измерены СВЧ–характеристики [5] получившейся платы. Проведено сравнение данных, полученных при симулировании модели в САПР и при измерениях реального образца. СВЧ–характеристики в обоих случаях имеют аналогичную форму кривых, но при этом количественно отличаются на величину потерь от 0.2 до 1 дБ.

Таким образом, в результате работы выявлено, что к особенностям создания цифрового двойника многослойных СВЧ –коммутационных плат относятся:

• Формирование одного файла проекта устройства как для реального образца, так и для модели;

• Проведение симулирования работы устройства, как нулевой результат, и добавление к данным полученным при этом в дальнейшем всех измерений реальных образцов с переработкой модели для увеличения степени совпадения результатов;

• Симулирование дефектов производства, и определения степени влияния их на итоговое изделие, с последующим сравнением с изготавливаемыми образцами.

Список литературы:

1. Малорацкий Л.Г. Микроминиатюризация элементов и устройств СВЧ / Л.Г. Малорацкий М.: «Сов. радио». — 1976. — 216 с.

2. Сиркели А.И., Драч В.Е. Обзор САПР моделирования СВЧ–устройств // Интерактивная наука. 2017. №11. С. 139–141.

3. Тулеубаева А.Н. Применение автоматизированных методов проектирования для принятия оптимальных конструктивных решений // Наука и техника Казахстана. 2018. №3. С. 89–95.

4. Добуш И.М., Самуилов А.А., Калентьев А.А., Горяинов А.Е., Черкашин М.В., Торхов Н.А., Бабак Л.И. Разработка GaAs–pHEMT–монолитного малошумящего усилителя диапазона 3–20 ГГц с использованием программ «Визуального» проектирования // Доклады ТУСУР. 2013. №4 (30). С. 39–44.

5. Никулин С.М., Терентьев А.А., Шишкина И.П. Методы и средства измерения, идентификации и автоматизированного проектирования нелинейных СВЧ цепей // Инновации в информационно–аналитических системах. 2014. №4. С. 76–84.

Спектр оптического усиления полупроводникового оптического усилителя на базе гетероструктуры AlGaAs/GaAs

Пушков К.В.
Научный руководитель — к.т.н. Щемеров И.В.
НИТУ МИСиС, Москва
kostya-vladimirovich1998@mail.ru

В настоящее время полупроводниковые лазеры широко используются в системах передачи информации, различных технологических процессах, оптических датчиках, медицинских установках, системах определения дальности и целеуказания, а также в качестве источников оптической накачки других твердотельных лазеров. Дополнительными преимуществами полупроводникового лазера является низкая стоимость, сравнительно с остальными типами лазера, высокая эффективность преобразования электрической энергии в энергию излучения, высокая надежность и быстродействие. Одним из типов полупроводникового лазера является кольцевой перестраиваемый лазер на базе полупроводникового оптического усилителя (ПОУ). Принцип действия подобного лазера основан на том, что часть излучаемой мощности отводится через оптический разветвитель и пропускается через фильтр. Затем узкополосный оптический сигнал направляется обратно в ПОУ. Благодаря широкому спектру оптического усиления, такие лазеры обладают возможностью изменять длину волны пика интенсивности излучения в диапазонах шириной порядка 80 нм.

В данной работе был исследован ПОУ на базе структуры AlGaAs/GaAs. Были измерены такие характеристики как спектр малосигнального усиления при различных токах накачки, передаточные характеристики при различных длинах волн и токах накачки, зависимость превышения полезного сигнала над суперлюминисцентным фоном при различных длинах волн, а также зависимость тока накачки от длины волны для поддержания необходимой выходной мощности при постоянном входном сигнале. Из имеющегося опыта использования ПОУ известно, что для эффективной работы коэффициент оптического усиления должен превышать 3 Дб. Рекомендуемые предельные рабочие токи для каждого модуля могут варьироваться, для исследованного усилителя этот параметр составил 240 мА. По результатам исследования было выявлено, что ПОУ способен эффективно работать в диапазоне длин волн от 790 до 870 нм.

Исследование возможности применения гибко-жесткой печатной платы взамен проводного монтажа в вычислителе дистанционного управления

Самонов А.А., Кравченко Р.В., Тарасов В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Лямин А.Н.
МАИ, Москва
uchiha.bober@gmail.com

Цель работы.

Исследование состоит в том, чтобы определить конструкционную, технологическую и экономическую возможности замены проводного монтажа в вычислителе дистанционного управления, установленного в БПЛА, на гибко-жесткую печатную плату.

Актуальность работы.

В настоящее время в электронике и в частности в самолётостроении существует тенденция к упрощению монтажа и сборки изделий, а также к уменьшению количества брака и по возможности исключении «человеческого фактора».

При помощи данного решения возможно улучшение конструкционно-технологических характеристик БПЛА, что должно положительно сказаться на экономических показателях, которые очень важны в условиях современного рынка.

Задачи.

Определение возможности использования ГЖПП при необходимых электрических характеристиках.

Сравнение и выявление недостатков существующих методов как проводного монтажа, так и монтажа ГЖПП.

Возможность упрощения и оптимизации сборки вычислителя дистанционного управления.

Суть проблемы: сложность обслуживания и технической поддержки вычислителя при большом количестве проводного монтажа, большая вероятность ошибок при создании карты электрических соединений, дефекта при ручной пайке проводов и количество времени, необходимое на сборку данного элемента управления БПЛА.

Методы проектирования: были произведены математические расчеты на ширину электрических проводников эквивалентным проводам необходимого сечения, проектирование данного блока в программах САПР с использование гибко-жесткой печатной платы и проектирование топологии самой печатной платы.

По результатам, полученным из прошлого пункта было выяснено, что такой способ монтажа имеет необходимые основания для производства опытного образца и дальнейшего исследования. Гибкие печатные платы разнообразны в своих конструкциях и применениях. Могут во многих случаях заменить проводной монтаж и способствовать оптимизации сборочного и монтажного процессов и увеличению процента выхода годных изделий.

Анализ факторов, влияющих на теплоотдачу компонентов, встроенных в объем печатной платы

Сашина А.А., Новиков Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва
saschina.aleksandra@gmail.com

Необходимость, вызванная постоянной тенденцией к миниатюризации, заставляет инженеров прибегать к новым технологиям для более компактного размещения элементов на печатных платах (далее — ПП). Одной из таких технологий является размещение дискретных элементов на внутренних слоях ПП.

Среди преимуществ встраивания компонентов принято выделять уменьшение размеров устройств, улучшение теплоотвода, защиту от влаги и механическую жесткость и т.д. Одним из преимуществ, вызывающих вопросы, является улучшенная теплоотдача.

Можно предположить, что ПП мешает отводу тепла с компонента. С другой стороны, тепло с компонента передается одновременно во весь объем платы; медь, обладающая повышенной теплопроводностью, позволяет равномерно распределять тепло с компонента, которое потом уходит с поверхности платы за счет конвекции. Однако высокие температуры во внутренних слоях могут привести к таким дефектам, как коробление, расслоение, отслаивание печатного рисунка и т.п., которые могут приводить к поломке устройства. Для этого необходимо определить различные способы снижения температуры встроенного компонента.

Для того, чтобы адекватно оценить механизмы теплопередачи в плате со встроенными компонентами, необходимо выявить факторы, влияющие на теплоотдачу встроенного элемента и выявить зависимости, возникающие между ними. Факторы, оказывающие влияние на теплоотдачу встроенных компонентов, можно условно поделить на четыре группы:

- Факторы, связанные с материалами;
- Конструкционные факторы;
- Внешние факторы;
- Факторы, связанные с дефектами изготовления.

В данных группах выбраны факторы для проведения моделирования в программной системе конечно-элементного анализа ANSYS, в модуле ICEPAK для анализа тепловых

режимов микросхем, ПП и электронных блоков. Результаты моделирования используются для анализа температуры встроенного компонента в различных условиях. На основании полученных данных определены факторы (из рассматриваемых), которые оказывают существенное влияние на снижение температуры встроенного компонента:

• Типоразмер компонента (разница может достигать 20%);

• Толщина медного слоя, на котором установлен элемент (от 4,3% до 11,2%);

• Наличие воздушного охлаждения (появление обдува 0,025 м/с снижает температуру на 20%).

Изменение конфигурации компаунда (использование различных основ и/или добавление теплоотводящих наполнителей) для заливки полости под компонент почти не оказывает влияние на температуру компонента (изменение в пределах от 0,5% до 2%).

С увеличением количества медных слоев снижение температуры встроенного компонента достигает всего 4,3%, хотя увеличение количества меди в ПП должно снижать общую температуру как ПП, так и компонентов, установленных в ней за счет повышенной теплопроводности материала.

Обзор и анализ моделей безотказности ламп бегущей волны для космической аппаратуры

Серебрякова Ю.О., Цеплина А.Е., Королев П.С.
Научный руководитель — к.т.н. Полесский С.Н.
ВШЭ, Москва
julia270498@yandex.ru

В работе использовались математические модели (ММ) эксплуатационной интенсивности отказов, приведенные в справочнике «Надежность ЭРИ» [1], разработанного 22 Центральным научно-исследовательским испытательным институтом МО РФ (22 ЦНИИИ МО РФ), в американском справочнике MIL-HDBK-217f [2], в справочнике Chinese Standard GjB/z 299B [3].

Как следует из используемых моделей, надежность мощных ЛБВ зависит от 3-х факторов:

• Величин электрических нагрузок;

• Эксплуатационных условий;

• Технологии изготовления.

На величину средней наработки ЛБВ влияют следующие факторы:

• Выходная мощность;

• Мощность на накале;

• Напряжение на сетке;

• Напряжение на аноде и др.

Отказы ЛБВ обычно вызываются разрушением какого-либо элемента конструкции в результате старения, износа и др. деградационных процессов. Повышение интенсивности отказов вызывается различными видами нагрузок.

Расчет надежности ЛБВ был проведен с помощью ПК АСОНИКА-К, в базе данных которого содержатся ММ и численные значения коэффициентов, приведенные в справочниках [1, 2, 3].

Полученные в результате расчетов значения средней наработки ЛБВ для первого варианта (ЛБВ 4/40) колеблются в диапазоне: от 1,44·105 [ч.] (Надежность ЭРИ [1]) до 2,26·105 [ч.] (Chinese Standard GjB/z 299B [3]); для второго варианта (ЛБВ 50/100) в диапазоне: от 4,06 ·104 [ч.] (MIL-HDBK-217f [2]) до 1,44·105 [ч.] (Надежность ЭРИ [1]).

Для оценки влияния параметров и режимов работы ЛБВ для двух типов ЛБВ были построены зависимости относительного изменения эксплуатационной интенсивности отказов от величины выходной мощности.

Диапазон изменения выходной коммутируемой мощности для ЛБВ 4/40: 150…250 кВт. Диапазон изменения выходной коммутируемой мощности для ЛБВ 50/100: 14000…16000 кВт.

Анализируя полученные зависимости, был сделан вывод, что при изменении выходной коммутируемой мощности в непрерывном режиме работы значение эксплуатационной интенсивности отказов: для первого варианта увеличивается в 1,01…1,06 раза от

номинального значения, а для второго варианта увеличивается в 1,01…1,16 раза от номинального значения. При этом, в наихудшем случае, для первого варианта («Chinese Standard GjB/z 299B» [3]) это может привести к снижению средней наработки до 169,401 тыс. ч., а для второго варианта («MIL-HDBK-217f» [2]), это может привести к снижению средней наработки до 6,95·104 [ч.]

Анализ надежности двух ЛБВ: ЛБВ 4/40 и ЛБВ 50/100 показал, что значение интенсивностей отказов варьируются в одном диапазоне, при расчете по разным моделям справочников [1, 2, 3], максимум их значений различается в 5 раз, но при этом второй вариант ЛБВ выигрывает на порядок по электрическим характеристикам.

Наибольшее влияние на интенсивность отказов ЛБВ как для первого, так и для второго варианта оказывает мощность накала и коммутируемая мощность.

Список литературы:

1. Надежность ЭРИ: Справочник. / С. Ф. Прытков, В. М. Горбачева, А. А. Борисов и др.// Науч. рук. С. Ф. Прытков — М.~: 22 ЦНИИИ МО РФ, 2004. — 574 с.
2. MIL-HDBK-217f: Reliability prediction of electronic equipment, c. 205
3. GJB/z 299: Chinese Standard, c. 104.

Вариант реализации программируемого интегрирующего усилителя на базе операционного усилителя и коммутируемых конденсаторов

Скворцов М.П., Виноградов В.В.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьева, Рыбинск
maksiminium@yandex.ru

Современная электроника представлена четырьмя основными крупными группами элементной базы:

1) аналоговые пассивные и активные электронные компоненты;
2) цифровые базовые элементы и программируемые цифровые компоненты;
3) гибридные активные компоненты, такие как АЦП, ЦАП;
4) программируемые аналоговые электронные схемы (FPAA/ПАИС и dpASP).

Последние, к большому сожалению, представлены ограниченными модельными рядами, например, продукцией компании Anadigm, что снижает вектор и динамику развития, не смотря на широкие возможности создания реконфигурируемых устройств реального и отложенного времени (например, обработка ультра медленных событий и сигналов, обработка которых цифровыми методами крайне затратная).

Анализ такого состояния дела объясняется следующими основными объективными причинами недостаточного внимания к этой перспективной элементной базе со стороны разработчиков радиоэлектронного оборудования и систем [1, 2]:

• Сложностью процессов, протекающих в «дискретной аналоговой логике», совмещающей дискретные и непрерывные сигналы, имеющие расширенный аналитический базис для описания принципов и особенностей функционирования;

• Недостаточная развитость инструментов частотного и спектрального анализа, входящих в состав специализированных систем автоматизированного проектирования, например, в среде AnadigmDesigner2;

• Отсутствием библиотечных программируемых аналоговых элементов в широко применяемых на практике известных схемотехнических САПР, созданных на базе технологии PSpice;

• Многочленными ограничениями, ошибками и неточностями, возникающими в схемотехнических САПР в процессе моделирования даже самых простых программируемых аналоговых устройств на основе переключаемых конденсаторов.

Таким образом, задачи разработки новых схемных решений типовых, наиболее широко используемых, программируемых аналоговых устройств, а также их компьютерных моделей,

встраиваемых в типовые САПР, являются актуальными и востребованными в практике сквозного проектирования и имитационного проектирования.

В соответствии с представленными в [1, 2, 3] концепциями по решению этих задач предлагается один из вариантов реализации интегрирующего усилителя, в котором коэффициент усиления и частота среза программируются (управляются) с помощью противофазного частотного сигнала.

В отличие от решения аналогичного усилителя, реализованного на кристалле ПАИС Anadigm, в усилителе использованы заземлённые, а, следовательно, более стабильные к процессам заряда/разряда, конденсаторы с противофазным управлением.

Такие модули установлены в инвертирующем усилителе на входе и в цепи обратной связи. Благодаря противофазному управлению коммутируемых конденсаторов с противофазным же управлением входными и выходными ключами выходной сигнал плавно повторяет входной (усиленный или подавленный) с небольшими по амплитуде ступеньками, дискретность которых определяется частотой управления (коммутации). В реализации ПАИС Anadigm такая оптимальная форма, снижающая требования к выходному восстанавливающему фильтру нижних частот, достигается только путём применения дополнительной ячейки памяти (защёлки).

Стабильность работы, а также компьютерного моделирования усилителя, достигается с помощью фиксирующего конденсатора, включённого параллельно коммутируемому конденсатору в цепь обратной связи операционного усилителя. Благодаря такому решению полностью устраняются выбросы при коммутации программируемого конденсатора, а также нивелируется высокая начальная проводимость в цепи обратной связи, вызывающая прерывание цепи обратной связи и появление коэффициента усиления входного сигнала близкого к коэффициенту усиления с разомкнутой обратной связью, что и приводит к остановке и ошибкам процесса моделирования.

Полученная модель введена в состав библиотечных элементов CAE MicroCAP. Кроме того, предложены рекомендации по оптимальным настройкам параметров этой системы моделирования.

Список литературы:

1. Адаптация PSpice симуляторов для моделирования реконфигурируемых адаптивных электронных узлов на переключаемых конденсаторах / Сахарчук В.В., Ильин Е.А., Печаткин А.В. // Материалы IV Всероссийской молодёжной научной конференции "Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития", посвящённой "Дню радио и связи". Тамбов: ФГБОУ «ТГТУ». С. 44-47

2. Макромодели программируемых аналоговых электронных компонентов на базе коммутируемых конденсаторов для PSpice симулятора / Сахарчук В.В., Ильин Е.А., Печаткин А.В. // Сборник тезисов докладов XLV ММНК "Гагаринские чтения-2019". М.: МАИ, 2019. С. 273-274

3. Библиотека PSpice моделей для моделирования электронных устройств на базе переключаемых конденсаторов / Сахарчук В.В., Ильин Е.А., Печаткин А.В. // Сборник трудов Международной молодёжной научной конференции «XV Королёвские чтения», посвящённой 100-летию со дня рождения Д. И. Козлова. Самара: СНИУ им. С.П. Королева. 2019. С. 493-464

Машинное обучение в инспекции качества изделий

Соловьёв А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.
МАИ, Москва
79991130512@ya.ru

В индустрии 4.0 невозможно представить человека, который выполнял бы выходной контроль продукции современного роботизированного производства. Производство 4.0 завязано в одну глобальную вычислительную сеть — интернет вещей, в ней каждый исполнительный элемент общается цифрами, передает друг другу массу параметров и контролируется центральным сервером производства. Роль человека в данной экосистеме

строго определена — он контролер [1], он не может стать каким-либо исполнительным механизмом цепочки производства по причине отсутствия прямого канала общения человека с сервером. В будущем мы скорее всего не сможем столь же эффективно использовать людей для выходного контроля изделий [2].

Таким образом, все производство нацелено на человекозамещение. Поэтому производство индустрии 4.0 должно уметь самостоятельно определять дефекты изделия и причину их появления, а также определять этап их появления и вести статистику. Оно также должно анализировать случаи брака, корректировать цикл и снижать отбраковку изделий. Все эти этапы не возможны без применения искусственного интеллекта.

Для выяснения возможности современных сверточных нейронных сетей в обнаружении дефектов была рассмотрена проблема анализа большого объема данных от вагона-измерителя [3] о состоянии железной дороги. Так в работе в качестве источника данных использовался изношенный железнодорожный рельс с выраженными дефектами, а также лабораторный стенд с установленным на ШВП направляющую откалиброванным 3D сенсором от Automation Technology. Сенсор сканирует профили от проецируемой лазерной линии и выдает карту высот (вокселей) объекта. По полученной картинке вокселей был обучен свой собственный классификатор с помощью CNNs (сверточных нейронных сетей) в программном обеспечении MVTec Deep Learning Tool [4] на нахождение дефекта «выкрашивание металла на боковой рабочей выкружке головки рельса». Для обучения использовалось 150 областей интереса (ROI) с данным дефектом, из которых 100 были дополнительно смоделированы по аналогии к отсканированным. Обученный классификатор был интегрирован в код программы, написанный в среде разработки решений машинного зрения MVTec Halcon для обработки новых данных сканирования. По результатам тестирования написанного ПО на стенде полученная нейросеть находила как уже использованные для обучения участки рельса, так и ранее не отсканированные.

Итог: Применение современных нейросетей для инспекции качества возможно. Проведенный эксперимент по поиску дефектов рельса с применением нейросетей показал хорошие результаты, а простая возможность обучения классификатора в MVTec Deep Learning Tool позволяет сортировать дефекты по типу. Дальнейшее продвижение данной работы заключается в обучении CNNs находить большинство известных дефектов рельса с целью дальнейшего применения в повышении безопасности железнодорожного транспорта.

Список литературы:

1. «Индустрия 4.0»: создание цифрового предприятия (2016) // PricewaterhouseCoopers. URL: https://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_ rus.pdf

2. Индустрия 4.0. Просто о сложном — Приложение к журналу «Сибирская нефть» 2018, №6 стр. 12-21

3. Тарабрин В.Ф., Кисляковский О.Н., Сараев С.В. Совмещённый вагон-дефектоскоп нового поколения ВД-УМТ-1 — Средство повышения эффективности комплексной диагностики рельсового пути. В мире НК. 2014 №3 (65). С. 47-80

4. Deep Learning URL: https://www.mvtec.com/services-solutions/technologies/deep-learning/

Исследование защитных фильтров, предотвращающих отравления термокаталитических сенсоров

Талипов В.А., Иванов И.И., Сабадаш В.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Баранов А.М.
МАИ, Москва
vt174@mail.ru

В настоящее время важно эффективное осуществление мониторинга газового состава окружающей среды путем создания сенсорных сетей, охватывающих большие территории и обеспечивающих непрерывный контроль наличия горючих и взрывоопасных газов. Одним из видов сенсоров для измерения концентрации горючих газов является термокаталитический (ТК).

У термокаталитического сенсора есть достоинства и недостатки. Он дешевый, легко воспроизводимый, простая конструкция. Но подвержен отравлению, в результате чего чувствительность сенсора снижается или перестает реагировать на метан. Необратимое отравление катализатора термокаталитического сенсора может быть результатом воздействия таких веществ, как кремнийорганические соединения, тетраэтилсвинец, серные и фосфорорганические соединения, которые либо образуют твердый слой продуктов сгорания на каталитической поверхности чувствительного элемента, либо изменяют структуру и площадь поверхности. В ряде случаев временное отравление может вызываться, например, некоторыми галогенсодержащими углеводородами. В связи с проблемой отравления сенсоров было решено создать защитные фильтры для предотвращения этого недостатка.

Для выполнения исследований был разработан стенд, включающий: измерительную камеру, генератор метановоздушной смеси ГС-1, стационарный автоматический генератор газов ГДП-102, а также ПГС метана и сероводорода.

Стенд функционирует следующим образом. В измерительной камере, используя генератор ПГ смесей, создается требуемая концентрация метана в воздухе. В нашем случае создавалась метановоздушная смесь с концентрацией 1.4 % метана. Сенсоры (с фильтром и без фильтра) устанавливались в измерительную камеру. В первые тридцать минут производилось измерение отклика сенсора метановоздушной смеси. После напускался сероводород в объеме 10 ppm в измерительную камеру с метаном. Далее, в течении шести часов проводилось измерения удельной чувствительности сенсоров. Было зафиксировано изменение чувствительности сенсоров с фильтром и без него во времени при взаимодействии с сероводородом.

Изначально при подаче метана показание удельной чувствительности равнялось 1 мВ/1 об. %, затем при подаче сероводорода чувствительность уменьшилась: у сенсоров с фильтром до 0,6 мВ/1 об. %, у сенсоров без фильтра до 0,3 мВ/1 об. %. Проанализировав данные, увидим, что фильтр защищает от падения чувствительности сенсоры на 0,3 мВ/1 об. %.

В заключении можно сделать вывод, что фильтры защищают сенсоры от отравления, в результате способствуют более большему сроку службы сенсоров.

Способы повышения эффективности охраны объектов авиационно-технической службы авиационной части с применением технических средств охраны

Тонкошкуров А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванов Н.Г.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
alex98881@gmail.com

В статье рассматривается вопрос совершенствования системы охраны объектов авиационно-технической службы авиационной части с использованием технических средств охраны.

Опыт реализации различных подходов к организации охраны объектов подтверждает неоспоримое преимущество использования технических средств, комплексов и систем обеспечения безопасности, обуславливаемое сведением до минимума влияния человеческого фактора в системе физической защиты объектов, ввиду неподверженности этих систем усталости, невнимательности, болезням (в отличие от людей), а также неподкупности, невозможности обмана, шантажа и запугивания.

Применение технических средств, комплексов и систем безопасности обеспечивает мгновенность реакции на различные воздействия и точность выполнения заложенных функций.

В то же время, эффективная охрана объектов, находящихся в контролируемой зоне, может оказаться невозможной или малозначительной ввиду применения систем безопасности, ориентированных только на извещение дежурных сил охраны о факте непосредственного проникновения нарушителей на охраняемый объект. В этих условиях использование интегрированных систем безопасности, включающих в свой состав комплексную систему

охраны периметра, является актуальным, поскольку обеспечивает обнаружение потенциального нарушителя на подступах к охраняемому объекту при пересечении границы периметра прилегающей к нему территории.

Известно, что при организации охраны объектов используется принцип последовательных рубежей, при пересечение которых нарушители будут вовремя обнаружены и их распространению будут препятствовать преграды. Такие рубежи (зоны безопасности) должны располагаться последовательно, например, от забора вокруг территории объекта до главного, особо важного помещения. Оптимальное расположение зон безопасности и размещение в них эффективных технических средств охраны (обнаружения и противодействия) и составляют основу охраны любого объекта.

Как правило, при организации системы охраны объектов наиболее часто используется трехрубежная схема охраны.

Система охраны периметра фиксирует попытку проникновения на охраняемый объект на первом рубеже охраны, то есть на периметре. Таким образом, оборудование охраны периметра является наиболее эффективным средством защиты от несанкционированного проникновения, поскольку выдает сигнал тревоги задолго до того, как злоумышленник может проникнуть в особо важные зоны охраняемого объекта. Это делает периметровое оборудование (системы охраны периметра и другие) незаменимым в любой интегрированной системе безопасности или в комплексе с другими системами (видеонаблюдения, охранной сигнализации).

На втором рубеже охраны (периметр помещения) применяются системы телевизионного наблюдения, для обеспечения безопасности на охраняемом объекте. Они позволяют одному или нескольким наблюдателям одновременно следить за одним или многими объектами, находящимися порой на значительном расстоянии как друг от друга, так и от места наблюдения.

На третьем рубеже защиты (защита объема помещения) применяются пассивные ИК - датчики движения и совмещённые датчики типа пассивный + микроволновой, для охраны внутренних помещений.

Экономическая эффективность установки технического средства охраны очевидна, так как затраты на караул значительно больше затрат на ТСО, а ущерб причиненный при кражах имущества может быть значительно больше.

Список литературы:

1. Приказ Главнокомандующего ВВС СССР 1988 года №0350 «Руководство по хранению и сбережению АСП».

2. Давыдов Ю.Л., Кузьмичев В.В. Средства и системы для защиты периметров объектов. Системы безопасности средств связи. —1999.№ 2, с. 32-36.

3. Руководство по оснащению объектов Министерства обороны Российской Федерации техническими средствами охраны и их эксплуатации. — М.: Воениздат, 1998

Устройство геопозиционирования, синхронизации времени, радиационного мониторинга и лазерного целеуказания

Трубенко С.Е.
Научный руководитель — к.т.н. Нестеров С.В.
Филиал «Взлёт» МАИ, Ахтубинск
trubenko1998@mail.ru

Для дополнительного оснащения и снаряжения войск специального назначения дополнительными устройствами, позволяющими расширять функциональные боевые возможности солдат, своевременно оповещать личный состав от радиационной опасности на местности, а также целеуказания был разработан спецкомплект kde2 дополнение к имеющемуся снаряжению военнослужащих спецподразделений.

В рамках проекта было разработано устройство, являющимся частью снаряжения спецподразделений десантных войск, а также сохраняющее здоровье боевого подразделения

при угрозе возникновения радиационного поражения личного состава. Данное устройство осуществляет:

Определение координат на местности, определение точного времени по спутнику. Оно позволяет существенно расширить боевые возможности спецподразделений при скрытом десантирование в сложных метеоусловиях, когда разброс при приземлении составляет значительное расстояние и определить свои координаты на местности трудно.

Обнаружение и индикация с дальнейшим выводом на экран значения радиационного фона. Тем самым сохраняя здоровье боевого подразделения при угрозе возникновения радиационного поражения личного состава.

А так же лазерное целеуказание для ударов авиации. Автономное устройство цели нововведение позволит избежать дополнительных рисков обнаружения оператора при целеуказании и его уничтожения.

Устройство представляет собой часть экипировки солдата, базирующаяся на следующих элементах:

GPS модуль, счётчик Гейгера, оптический лазер, управление данной элементной базой осуществляет микроконтроллер Atmega328 на платформе Arduino. Алгоритм управления микроконтроллером составлен в графической среде программирования Function Block Diagram (FBD).

Выводы:

- Усовершенствование экипировки войск специального назначения
- Простота конструкции
- Защита от радиации
- Мгновенное определение координат и времени
- Подсветка целей для ударов авиации

Разработка светодиодов для досветки растений в осенне-зимний период

Тудупова Д.Б., Оразалы Р.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Солдаткин В.С.
ТУСУР, Томск
dianka_tudupova@mail.ru

Известно, что качество восприятия освещения напрямую влияет на качество и объем урожая в теплице. Свет воздействует на фотосинтез растений. В целом, фотосинтез можно представить в виде формулы:

Вода + углекислый газ + свет → углеводы + кислород.

В настоящее время весьма актуальна тема растениеводства в космосе. Досветка растений светильниками в теплице может быть использована в качестве дополнения к естественному дневному свету, так же и в качестве полного замещения естественного света, то есть создание необходимой интенсивности светового потока для протекания фотосинтеза, обеспечивающего рост и развитие растения, и, в конечном итоге, его продуктивность.

По воздействию на растение величиной для оценки фотосинтеза является фотосинтетически-активная радиация (ФАР), ФАР измеряется в мкмоль/с•м^2. В работах приведены экспериментально установленные значения энергетической облучённости в зависимости от типа растительной культуры и стадии роста: для проращивания семян Ее от 18 Вт/м^2; для выращивания зелени Ее от 36 Вт/м^2; для клубники и перца Ее от 60 Вт/м^2; для томатов и огурцов от Ее от 72 Вт/м^2. Время досветки: для всходов томатов 24 ч. 2-3 дня; Для сеянцев 16 ч.; для томатов после пикирования до 30 дней 16 ч., с 30 дней до 60 дней 14 ч.; для зелени 13-15 ч. в сутки.

Целью работы является разработка светодиодного светильника для досвечивания растений.

Для достижения поставленной цели следует решить следующие задачи: проанализировать и рассчитать нужный спектр для будущего светодиода, проведя исследования влияния спектра в осенне-зимний период распространенных тепличных растений; рассчитать

необходимые светотехнические характеристики для будущего светодиода, разработать макет светодиода с рассчитанными характеристиками.

Исследуя данные по световому дню был выявлен период со спектрами, когда томаты, огурец, красный перец лучше всего созревают: июнь, июль. Спектр данного периода составил 630-650 нм, так как среднее значение при восходе, зените и закате с 10:00 до 16:00 солнце находится под таким углом, что длина спектра составила 650 нм (красный).

Далее учитываю значения фотосинтетически-активной радиации (ФАР) для выбранных растений, был создан макет светодиода с кристаллом Epistar ES-EABCF08Q и люминофорной композицией Тип L-625. Далее в процессе работы был вычислен процент оптического излучения, вышедшего из кристалла, в данном случае — 7 %. И затем были залиты светодиоды красным люминофором с полученным процентным соотношениям. Затем были отправлены в печь для просушки на 30 минут. После отправились на проверку на работоспособности.

Далее были исследованы светотехнические характеристики полученного светодиода. С помощью спектроколориметра «ТКА-ВД» измерены спектральные характеристики образца светодиода, исследования показали, что светодиод имеет получится с подходящим спектром, а именно: с максимумами в синей области оптического спектра 460 нм и в красной области оптического спектра излучают 643,7 нм. Так же с помощью фотометрического шара «ТКА-КК1» измерен световой поток, прямое напряжение и фотосинтетически-активная радиация (ФАР) образца. Результаты измерения получились следующим образом, соответственно: 10,15 лм; 2,7 В; 216 мкмоль/с•м^2.

В результате работы исследованы данные по световому дню в период: июнь–июль, исследованы спектр и светотехнические характеристики для разработки светодиода, разработан макет светодиода с нужными характеристиками, позволяющими повысить эффективность и урожайность растений в осенне-зимний период для выращивания в теплицах, в период недостатка естественного дневного света.

Исследование процессов печатной электроники в производстве прототипов печатных плат

Филиппов Е.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.
МАИ, Москва
903z@mail.ru

Изготовление прототипов печатных плат традиционным способом имеет ряд недостатков, таких как: длительный цикл работ, большой объем капитальных вложений для организации производства по базовым технологиям. Технология струйной печати отличается от традиционных технологий электронной промышленности низкой стоимостью производства. Таким образом, технология позволяет создавать гибкие электронные устройства с относительно низкой стоимостью. Конечным продуктом в технологии струйной печати являются дисплеи, сенсоры, антенны, солнечные батареи и т. д. Печать электроники на струйном принтере предполагает быстрое создание прототипов и итераций, что делает его очевидным выбором на ранних стадиях разработки.

В работе проведены исследования на пьезоэлектрическом струйном принтере с использованием чернил на основе наночастиц серебра. Выполнен анализ материалов по реологическим и физическим свойствам для воспроизводства с помощью чернил проводящих рисунков. Рассмотрены существующие методики изготовления чернил с использованием серебра, выбрана и доработана наиболее подходящая методика. Подобран струйный принтер для возможности печати проводящими чернилами. Изготовлены серебряные чернила для возможности печати на выбранном струйном принтере. С помощью струйного принтера изготовлены печатные платы, исследованы их характеристики: воспроизводимость рисунка, сопротивление токопроводящих цепей, температура спекания наночастиц серебра, время спекания наночастиц серебра, адгезия полученных рисунков. Исследованы механические

свойства с помощью испытаний на изгиб и растяжение. В результате работы разработана технология струной печати проводящих рисунков на гибкой подложке — прототипе печатной платы.

Анализ приводов, используемых на ЛА

Ходикян Г.Б.
Научный руководитель — доцент, Серпичева Е.В.
МАИ, Москва
grigoriy238@mail.ru

Выбор типа привода важнейшая задача, которая стоит при проектировании любого оборудования, где будет осуществляться возвратно-поступательное или вращательное движение.

Наиболее распространенные типы приводов:

- Пневмопривод
- Гидропривод
- Электропривод

Использование пневмопривода в узлах, где требуются большие моменты или усилия нецелесообразно и ненадежно, т.к. воздух, применяемый в данном приводе сжимаемый и он не обеспечивает жесткости и точности. Данный факт ограничивает область применения данного привода в ответственных узлах ЛА.

Гидропривод применяется очень часто в местах, требующих больших усилий и моментов, так как высокое давление, создаваемое масляным насосом, способно обеспечивать большую выходную мощность. Используемая жидкость несжимаема, а это в свою очередь придает жесткость приводу и при перекрытии магистралей, гидропривод не нуждается в дополнительных тормозящих устройствах. Гидропривод безотказно работает при высокой влажности, больших перепадах температур и т.д. Недостатками системы являются утечки рабочей жидкости из-за высокого давления, что может привести к потере управляемости и крушению судна, и магистрали имеющие большую протяженность, т.к. насос обычно находится на валу турбины, а гидроцилиндры находятся в самых отдаленных точках. Привод требует частого технического обслуживания трубопроводов и насоса.

Электрический — самый молодой тип привода, среди представленных, он появился во второй половине XIX века, после появления электродвигателя. Данный тип привода преобразует вращательное движение двигателя в возвратно-поступательное движение исполнительного механизма. Используются электродвигатели как постоянного, так и переменного тока. В режиме ожидания двигатель не потребляет энергию, что делает его экономичным. Для передачи энергии требуются только провода, что уменьшает массу ЛА по сравнению с гидроприводом, обеспечивается высокая точность перемещения, простота автоматизации, а также минимальное техническое обслуживание. Отсутствие рабочей жидкости делает данный привод экологичным. Вдобавок современный электропривод может оснащаться массой дополнительных защитных средств, повышающих его срок службы и комфорт работы с ним. Недостатки: высокая стоимость, при длительной работе возможен перегрев электродвигателя, без передаточных механизмов невозможно получить большие усилия, моменты и добиться эффекта самоторможения.

Необходимо отметить, что у каждого типа привода свои особенности, достоинства и недостатки, которые находят свое применение в зависимости от решаемых задач. Гибридное использование электропривода и гидропривода позволит объединить достоинства обоих приводов.

Полупроводниковый источник излучения для дезинфекции воды в обитаемых космических аппаратах

Шардина А.О., Михальченко Т.С., Юлдашова Л.Ш.
Научный руководитель — к.т.н. Солдаткин В.С.
ТУСУР, Томск
alenashardina2000@mail.ru

Вода играет основополагающую роль в жизни человека. Без создания устройств конденсации и очистки воды в обитаемых космических аппаратах на сегодня полёты на другие планеты не возможны, как и длительные космические путешествия. На орбитальной космической станции «Мир» был реализован полный комплекс регенерационной системы водообеспечения. В настоящее время на российском сегменте Международной космической станции функционирует система регенерации воды. Для регенерации санитарно-гигиенической воды применяются обратноосмотические модули. Экспресс оценка качества очистки воды проводится по удельной электропроводности [1].

Ультрафиолетовые источники излучения для дезинфекции стали применять ещё 30-е годы 20 века. Антибактериальными свойствами обладает излучение с длинами волн в диапазоне 215–310 нм. В настоящее время УФ излучение используется для обеззараживания воздуха, воды и т.д. Широкое применение в промышленности получили газоразрядные УФ лампы для обеззараживания воды. Применение таких ламп в условиях космических аппаратов затруднено тем, что у них высокое энергопотребление. Газоразрядные УФ лампы хрупкие, и могут повредиться в процессе доставки на орбиту, срок службы не более 5 000 часов. Современные достижения в полупроводниковой технике позволяют изготавливать УФ диоды с необходимыми для дезинфекции воды спектрами излучения. Именно применение УФ диодов, обладающих высокой механической стойкостью, длительным сроком службы и энергоэффективностью позволят решить проблему дезинфекции воды в обитаемых космических аппаратах [2].

Целью первого этапа проекта является создание портативного антибактериального полупроводникового источника излучения для очистки воды. Для достижения поставленной цели следует решить следующие задачи: разработать методику контроля наличия микроорганизмов в воде; провести исследования влияния различных источников УФ излучения на микроорганизмы в воде; разработать и испытать полупроводниковый источник излучения для дезинфекции воды в обитаемых космических аппаратах.

На данном этапе основной задачей является разработка методики оценки наличия микроорганизмов в воде.

Практическая значимость разработки антибактериального полупроводникового источника излучения: разработка ориентирована на конечного потребителя. Разрабатываемый источник излучения будет переносным, электропитание 12 В, объём чистой воды — один литр в минуту.

Для проведения исследований берутся три пробы воды; порядок отбора объектов исследований: пробы воды берутся в трёх точках в радиусе метра от места отбора проб в герметичные стерильные стеклянные ёмкости, транспортируются в лабораторию при температуре + 15 ± 5 ºС, исследования проводятся в течение 2 часов с момента взятия проб. Средства проведения исследований: секундомер, микроскоп, штангенциркуль, шприц, УФ диод с источником питания со стабилизацией по току, кварцевая лампа.

С помощью микроскопа Levenhuk при увеличении 400 крат посчитано количество микроорганизмов: бацилл 20 ± 3, трематод 100 ± 10.

Газоразрядной лампой облучали 5 минут, количество микроорганизмов контролировали каждую минуту. Мощность газоразрядной лампы 125 Вт спектр излучения от 230 до 400 нм. Облучение УФ диодом с максимальной длиной волны излучения 395 нм и мощностью излучения 360 мВт в течение пяти минут воздействия не приводит к статистически значимому результату по обеззараживанию воды.

Выводы:

При облучении кварцевой лампой образца воды с микроорганизмами 100% обеззараживание происходит через пять минут воздействия.

Облучение УФ диодом с максимальной длиной волны излучения 395 нм и мощностью излучения 360 мВт в течение пяти минут воздействия не приводит к статистически значимому результату по обеззараживанию воды.

Далее ставится задача выбора УФ диодов по значению бактерицидного потока и их приобретению.

Список литературы:

1. Сальников Н.А., Николайкина Н.Е. Исследование очистки санитарно-гигиенической воды в замкнутой системе водообеспечения летательных аппаратов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. — 2016. С. 157-165.

2. Михальченко Т.С., Шардина А.О., Юлдашова Л.Ш., Солдаткин В.С. Влияние ультрафиолетового излучения на микроорганизмы в водной среде // Электронные средства и системы управления: материалы докладов XV Международной научно-практической конференции (20–22 ноября 2019 г.): в 2 ч. — Ч. 2. — Томск: В-Спектр, 2019. — С. 24-26.

3. МУ 2.1.4.719-98 Санитарный надзор за применением ультрафиолетового излучения в технологии подготовки питьевой воды. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/ 1200030958 (дата обращения 20.02.2020).

Аналоговая система термостабилизации лазерного диода на основе эффекта Пельтье

Яценко Е.А.
Научный руководитель — д.ф.-м.н. Соловьев Н.Г.
МАИ, Москва
fedya.varanov.99@mail.ru

Лазерные диоды — современные электронно-оптические приборы, применяемые во многих сферах науки и техники, в частности, в источниках широкополосного излучения высокой яркости на основе оптических разрядов [1]. Длина волны их излучения зависит от поддерживаемой температуры и, следовательно, может изменяться, что позволяет получать оптический разряд в различных газах. В свою очередь, диапазон изменения температуры, не противоречащий условиям эксплуатации, лежит в промежутке от 15 до 30 градусов Цельсия. Вследствие совокупности этих фактов возникает проблема стабилизации температуры лазерного диода, решение которой представлено в нашем исследовании.

Для практического решения этой задачи была разработана система термостабилизации, которую для удобства дальнейшего изложения можно разбить на две части:

1. Термостабилизирующая система, включающая в себя термоэлектрический модуль, основанный на эффекте Пельтье, [2, 3] и схему обратной связи на базе ПИ-регулятора.
2. Охлаждающая система, состоящая из теплообменника, вентилятора и схемы автоматического управления скоростью вращения вентилятора в зависимости от температуры теплообменника.

Разработка схемы обратной связи проводилась поэтапно на специально созданном экспериментальном стенде. Сначала была создана макетная плата, позволявшая вносить изменения в конструкцию по ходу работы. На этом этапе была решена задача подбора оптимальных компонентов и выбраны принципы работы схемы. К примеру, по результатам экспериментов мы отказались от дифференциальной составляющей в схеме обратной связи, оценив её как малоэффективную для конкретной задачи. Далее уже отлаженная схема была воссоздана в виде печатной платы, были проведены заключительные тесты, показавшие способность созданной нами схемы отвечать поставленной задаче термостабилизации лазерного диода.

Особенности и преимущества данной схемы обратной связи:

– точность термостабилизации с погрешностью не более 0.1 градуса Цельсия;

– возможность выбора температуры от 15 до 30 градусов Цельсия, соответствующей температурному диапазону эксплуатации лазерного диода;

– время отклика на заданное изменение температуры и мощности лазерного диода — не более 4 секунд;

– переброс температуры при изменении режима — не более 1 градуса Цельсия;

– габаритные размеры (57x48x15 мм);

– сборка из небольшого количества максимально простых аналоговых элементов.

Заданную температуру можно изменять в процессе работы системы охлаждения, и в течение нескольких секунд температура плавно стабилизируется до нового заданного значения, что позволяет установить длину волны, излучаемую лазерным диодом.

Следует отметить, что разработанная система превосходит стандартные заводские аналоги по скорости стабилизации, а также по размерам и весу, например, самонастраивающийся ПИД-регулятор ТРМ101 [4], ранее использовавшийся для этих целей.

В свою очередь схема автоматического управления скоростью вращения вентилятора была разработана для улучшения характеристик создаваемой нами системы термостабилизации, поскольку она снижает уровень шума, увеличивает срок службы вентилятора и уменьшает расход электроэнергии, что немаловажно при использовании прибора в полевых условиях. Схема способна независимо управлять скоростью вращения трех вентиляторов, которые предусмотрены в системе охлаждения лазерного диода.

Схема работает по следующему алгоритму:

– при включении на протяжении нескольких секунд осуществляет продув на полной мощности вентилятора;

– в остальное время работает в соответствии с поступающими данными о температуре на теплообменнике: при повышении температуры скорость вращения вентилятора увеличивается, при понижении —уменьшается.

Схема выполнена в виде печатной платы и не имеет заводских аналогов, которые бы выполняли указанный выше набор алгоритмов и отличались столь малыми габаритами (50x30x20 мм).

В дальнейшем планируется интегрирование созданной нами системы термостабилизации в лазерно-плазменный источник широкополосного излучения, прототип которого описан в [1].

Список литературы:

1. Зимаков В.П., Кузнецов В.А., Лаврентьев С.Ю., Соловьев Н.Г., Шемякин А.Н., Шилов А.О., Якимов М.Ю. Новые возможности применения оптических разрядов в аэрофизическом эксперименте // Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2016. Т. 17, вып. 2. http://chemphys.edu.ru/issues/2016-17-2/articles/653/

2. Шостаковский П. Современные решения термоэлектрического охлаждения для радиоэлектронной, медицинской, промышленной и бытовой техники // Силовая электроника. 2010. №1, стр. 130-137.

3. Яценко Е. А. Экспериментальное исследование термостабилизации лазерного диода на основе эффекта Пельтье // Сборник трудов секции Механика и моделирование материалов и технологий (ISBN 978-5-91741-244-3). 2019. стр. 191-195.

4. https://owen.ru/product/trm101

Секция №3.4 Системное моделирование, комплексы программ и Web-разработка

Выбор оптимальной конструкции матрицы для прессования полых изделий авиационного назначения из алюминиевых сплавов

Авдеев И.М., Басова А.Н., Харитоненков А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хорошко Л.Л.
МАИ, Москва
ilayavdeev2013@ya.ru

Работа посвящена исследованию и анализу, различных способов производства полых изделий из алюминия и его сплавов. Полые изделия могут быть получены различными способами, основным из которых является способ прессования.

В данной работе проводится сравнительный анализ процессов прессования полых изделий, таких как прессование из полого слитка с использованием подвижной или фиксированной иглой, а также прессование со сваркой через матрицу с вмонтированной иглой. Последнему уделяется особое внимание в связи с тем, что получение полых изделий через матрицу с вмонтированной иглой имеет ряд дополнительных преимуществ по сравнению с другими способами, что особенно важно для получения полых изделий из алюминиевых сплавов авиационного назначения.

Конструкция матриц с вмонтированной иглой делятся на три основных вида:

1) матрицы с выступающим гребнем рассекателя;
2) камерных матриц различных конструкций;
3) специальные конструкций матриц.

Исследование показывает, что для получения полых изделий из алюминия и его сплавов авиационного назначения наиболее оптимальной конструкций является матрица с выступающим гребнем рассекателя.

В ходе анализа использования данной технологии доказывается, что выбранная конструкция матрицы позволяет получать полые изделия не только из легко деформируемых алюминиевых сплавов, но и из алюминиевых сплавов повышенной прочности, что особенно важно для авиации. Кроме того, при использовании этой конструкции выявляются следующие преимущества:

1. Использования слитка сплошного сечения (без отверстия под иглу).
2. Отсутствие необходимости использования технологической смазки.
3. Высокая точность геометрических размеров, как по длине, так и по перечному сечению
4. Высокое качество поверхности
5. Возможность получения полых изделий любой, даже самой сложной конфигурации, как наружного, так и внутреннего контура.

Незначительные недостатки данного способа, такие как наличие сварных швов и низкий выход годного, компенсируются рядом технологических приемов, например, подбором оптимального температурно-скоростного режима деформации, а также подбором оптимального объема сварочной камеры.

В качестве примера применения технологии с использованием матрицы с выступающим гребнем рассекателя является технология получения вертолётных профилей (для лопастей вертолёта).

Система поточной обработки данных реального времени

Аверин А.В., Удалов Н.Н., Стульников К.Т.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
РГУ им. А.Н. Косыгина, Москва
alexaverin98@gmail.com

Современные технологии дают все более широкие возможности для обработки и анализа данных. Широко применяется понятие «интернет вещей», это касается как частного, так и промышленного сектора. Многие объекты производства объединяют в сети передачи данных, создаётся инфраструктура для их коммуникации. Параметры технологического оборудования позволяют диспетчерам получать информацию о текущем состоянии объектов инфраструктуры, отслеживать изменение исторических данных, строить предиктивную аналитику для предсказания поведения объекта. Для решения задач уровня производства применяются различные системы для сбора, хранения, анализа и визуализации данных. В рамках решения данной задачи была реализована система, предоставляющая весь базовый функционал.

Архитектура системы представляет собой классическую схему построения подобных платформ и состоит из следующих основных компонентов:

Система сбора данных реального времени;

Система буферизации и препроцессинга;

Система хранения данных;

Система визуализации архивных значений.

Важной особенностью является применение микросервисных подходов, при которых приложение разделяется на независимые исполняемые модули, взаимодействующие между собой по установленному протоколу. Данный подход улучшает возможности горизонтального масштабирования системы за счёт увеличения количества экземпляров одного приложения, однако увеличивает число точек отказа. Поэтому в системе необходимо обеспечивать требуемый уровень отказоустойчивости, путём резервирования исполняемых модулей.

Система сбора данных реального времени обеспечивает непрерывный сбор данных по различным протоколам обмена технологической информацией, а также по другим промышленным протоколам, которые могут использоваться при решении задач, специфичных для конкретной системы. Система буферизации и препроцессинга реализует временный буфер для данных, обеспечивает сглаживание при лавинообразном скачке потока данных, а также реализует промежуточную обработку показателей по некоторым математическим алгоритмам для оптимизации объема хранимых данных, реализации предиктивной аналитики по поступающим значениям, отслеживание нарушения предельно допустимых показателей. Система хранения временных рядов обеспечивает хранение показателей технологических параметров. Система визуализации предоставляет пользователю удобный интерфейс для доступа к данным, возможность быстрой оценки состояния всех элементов мониторинга.

Для реализации системы использовались современные Open Source решения, исходный код которых находится в открытом доступе и распространяется по свободным лицензиям.

В качестве системы сбора данных используется Apache NiFi 1.10.0 — решение для сбора данных с более чем 300 видов источников, предоставляет набор инструментов для реализации собственных интерфейсов. Для буферизации применяется брокер сообщений Apache Kafka 2.4.0, на данном уровне имеется возможность реализации дополнительных алгоритмов обработки данных на языке Java. В дальнейшем планируется реализовать несколько алгоритмов упрощений полигональной цепи для прореживания поступающих значений. За хранение временных рядов отвечает колоночная СУБД ClickHouse, к её преимуществам относят: высокую скорость чтения и записи, возможность шардинга, репликации, создания распределённой базы данных. Для визуализации используется программное решение Grafana, поддерживающая соединение с широким перечнем сторонних систем.

Все используемые компоненты являются независимыми и поддерживают прямую интеграцию без реализации кастомных решений. Применение подобной платформы может существенно снизить затраты предприятия и повысить эффективность производства. На базе данной системы возможна поставка данных в смежные системы, реализация собственных отраслевых решений, применение различных статистических алгоритмом для анализа данных, построение нейросетевых модели.

Исследование платежных систем для малого бизнеса

Ананьевский А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
yarkaktus@yandex.ru

В настоящее время в Российской Федерации, в рамках реализации и внедрения программ цифровой экономики, а также в рамках борьбы с уклонением от налогов активно вводятся новые средства для ужесточения контроля над финансовыми операциями. Например, с 1 июля 2019 предприниматели обязаны производить расчеты с покупателем при помощи контрольно-кассовой техники, которая в режиме реального времени передает данные об оплате в налоговые органы. Для платежей, которые проводятся в онлайн-магазинах через интернет так же предъявляется ряд новых требований, например, выдача кассового чека. Такие требования приходится исполнять большим, средним и малым сетям и компаниям, поскольку за ними осуществляется более строгий контроль, однако индивидуальным предпринимателям, физическим лицам и самозанятым достаточно тяжело полностью выполнять требования закона в следствии его сложности. Поэтому, на сегодняшний день есть целые сферы мелких услуг, продаж товаров, сделанных своими руками, в которых участники не используют те средства учета оплаты, которые предписывает закон. Из-за этого получается, что эти участники находятся “в тени” для государства и государство не может контролировать такой вид деятельности, что ведет сокрытию налогов и развитию теневой экономики.

Целью моей статьи было исследование предлагаемых на сегодняшний день решений, позволяющих упростить ведение бизнеса в плане финансовой отчетности для индивидуальных предпринимателей, физических лиц и самозанятых. Одними из крупных компании, которые предоставляют подобный сервис являются: “Яндекс.Касса”, “Robokassa”, “PayAnyWay” и другие. У данных сервисов, в целом, есть схожий функционал, который позволяет принимать платежи, вести историю платежей и статистику, отправлять фискальные чеки. У некоторых сервисов, например, у “Яндекс.Касса” так же есть API для более удобных интеграций платежей с любой информационной системой.

Имитационное моделирование в авиастроении

Андрюхин Н.Д.
Научный руководитель — Ягопольский А.Г.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
nikolay2198@mail.ru

Современное авиационное производство обусловлено увеличением конкуренции, а также постоянным ростом требований и ограничений со стороны рынка. Все это является двигателем к поиску и совершенствованию новых технологий производства, а также к появлению потребности в методиках, способных проанализировать экономическую эффективность существующего производства и предложить способы по его совершенствованию. Проводятся мероприятия, позволяющие внедрить такие методики, как «бережливое производство» и «шесть сигма». Однако важно понимать, что необходим существующий инструмент для практической реализации этой методики. Одним из наиболее

эффективных инструментов является анализ производства на основе имитационного моделирования.

Имитационное моделирование — перспективный способ исследования, суть которого заключается в том, что анализируемый объект заменяют моделью, с высокой точностью описывающей реальную, над которой проводится исследование для получения детальной и достоверной информации. Это модель может быть проанализирована неоднократное количество раз. Важно отметить, что в таком случае система будет учитывать случайный характер некоторых событий, что позволит получить наиболее достоверную информацию. Экспериментирование с моделью называют имитацией (имитация — это постижение сути явления, не прибегая к экспериментам на реальном объекте).

Имитационное моделирование — это частный случай математического моделирования. Так, можно выделить определённую группу объектов, для которых по различным причинам ещё не были созданы аналитические модели или их создание не представляется возможным. Существует класс объектов, для которых по различным причинам не разработаны, создание аналитической модели невозможно или результаты не являются достоверными. В таком случае аналитическую модель заменяют имитатором или имитационной моделью.

Имитационное моделирование активно применяется на передовых авиационных производствах, позволяя грамотно выстраивать производственные линии, получать технологическое обоснование для выбора определенного оборудования, сокращать затраты на получения готовой продукции, а также получать статистические данные за неограниченно длительный прогнозируемый период времени.

Кроссплатформенное приложение анализа исходного кода программного обеспечения

Аникеев Г.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
anikeee@mail.ru

Существуют так называемые «анализаторы кода», проверяющие проекты на уязвимости, но нет программ, упрощающих их изучение со стороны отчётности — сложности, качества и объёма.

Так как в IT-компаниях используется различное программное и аппаратное обеспечение, необходимо использовать решение, подходящее для большинства предприятий. Это обуславливает кроссплатформенную реализацию программного инструмента в данном проекте.

Программное решение представляет собой приложение, которое по входным файлам с исходным кодом формирует на выходе таблицу, описывающую особенности каждого источника: количество строк программного кода, записей с комментариями, и сложность в условных единицах. Для достижения этой цели приложение построчно считывает и обрабатывает каждый данный ей файл. Данное приложение может быть скомпилировано и запущено под управлением практически любой операционной системы для достижения совместимости с большинством рабочих станций. Оно предоставляет возможность не только выбора файлов для обработки по отдельности, но и добавления папок целиком. Также, для юридического оформления проектов и для удобства работы бухгалтеров, конечная таблица содержит хеш-сумму каждого файла и может быть выгружена в формате таблицы для дальнейшей обработки.

Приложение реализовано с использованием языка C++ и кроссплатформенного фреймворка Qt.

Данный проект предназначен для предприятий со сдельной формой оплаты, фирм, которые официально заверяют свои разработки, и для частного пользования с целью оценки своей работы.

В дальнейшем планируется введение возможности обработки большего количества языков программирования (в данный момент поддерживаются языки Delphi и C++).

Программно-аппаратный комплекс для поиска беспроводных точек доступа

Антепа А.В., Редько М.Ю.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
antepa14@gmail.com

Развитие современного общества сопровождается ростом количества организаций, предприятий и различных заведений, которые в свою очередь нуждаются в потребителях. Данный комплекс работает с аудиторией в конкретном здании, жилом комплексе или на мероприятии. Такой способ поиска целевой аудитории особенно актуален для офлайн-бизнесов или компаний со специфической целевой аудиторией.

Wi-Fi — технология беспроводной локальной сети с устройствами.

Bluetooth — обеспечивает обмен файлами и информацией между устройствами, на надёжной повсеместно доступной радиочастоте для ближней связи.

Raspberry Pi — платформа, базирующаяся на одноплатном компьютере для использования в различных задачах.

В настоящее время широко используются Wi-Fi радары для продвижения продукта среди аудитории и выявления потенциальных клиентов или бизнес партнеров.

Так как повсеместно распространена гарнитура, работающая на радиочастоте ближней связи, например, наушники, электронные часы, колонки, то внедрение этого новшества расширит функционал по работе с аудиторией. Усовершенствовать данный способ поиска потенциальных клиентов возможно с помощью добавления Bluetooth радаров.

Совокупное использование технологий Wi-Fi и Bluetooth приведет к тому, что появится возможность увеличить целевую аудиторию и привлечь больше потенциальных потребителей продукта или услуги. В следствие чего можно увидеть эффективность рекламы продукта и найти похожих гостей на постоянных посетителей. При анализе работы возможно более точно вычислить офлайн-конверсию за счёт расширения функционала комплекса

Расширение функционала разработанной измерительной системы

Анциферов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Чернова Т.А.
МАИ, Москва
antonio-vidnoe@yandex.ru

В результате предыдущего этапа работы было разработано приложение, позволяющее определять координаты точек поверхностей объектов с помощью видеокамеры и измерительного щупа. Координаты кончика измерительного щупа вычисляются на основе анализа фотографий и решения задачи PnP (Perspective n Points problem). После чего полученные результаты измерений сравнивались с математической моделью объекта в виде набора контрольных точек. При этом измерения реального объекта необходимо было производить только в тех точках, которые составляют его математическую модель. В результате этого сравнения приложение отображало отклонение координат измеренных точек от координат этих точек его математической модели.

Однако существует целый ряд задач контроля поверхностей, когда контрольные точки для этих поверхностей четко не определены, а образцовая модель задана в виде уравнений поверхности. В этом случае описанная выше методика оказывается неудобной.

Настоящая работа была направлена на расширение возможностей измерительной системы с целью решения такого рода задач. В частности, разрабатывается модуль, позволяющий определить следующие отклонения формы реальной поверхности от формы номинальной поверхности:

- Отклонение от прямолинейности в плоскости
- Отклонение от плоскостности (выпуклость, вогнутость)

• Отклонение от округлости (овальность, огранка)

А также определение взаимного положения поверхностей (параллельность плоскостей, угол между плоскостями).

Этот подход может быть распространён для контроля любых поверхностей, описанных формулами аналитической геометрии, а также уравнениями, полученными в результате аппроксимации сложных пространственных поверхностей, задаваемых координатами опорных точек.

Распознавание лиц с использованием искусственной нейронной сети

Арифулин А.Ю.
Научный руководитель — Николаев П.Л.
МАИ, Москва
aspidfox@gmail.com

Проблема качественного распознавание лиц на различных изображениях является очень актуальной на сегодняшний день. В наше время распознавание лиц на фото используется повсеместно — полицией для поиска преступников, в системе безопасности предприятий, в различных приложениях для обработки фотографий и социальных сетях. Таким образом решения данной задачи является актуальным и необходимым для современной индустрии.

Задача распознавания лиц на изображении при помощи нейронных сетей включает в себя такие этапы, как: обработка, сегментация и непосредственно распознавание.

На этапе обработки изображений меняется их яркость, контрастность, используются такие приемы как фильтрация изображения — получение из зашумленного изображения чистого, свободного от шумов, искажений.

На этапе сегментации изображение разделяется на фрагменты, которые в свою очередь и обрабатываются на этапе распознавания. Для решения задачи сегментации не существует общего решения. Для каждого отдельного случая применяется свой способ, который, однако обычно выбирается из множества хорошо зарекомендовавших себя алгоритмов и методов.

На этапе распознавания изображение подается обученной нейросети, которая и производит распознавание. В нашем случае используются сверточные нейронные сети.

Для успешного распознавания сеть должна быть предварительно обучена. В нашем случае используется обучение без учителя. Сверточная нейронная сеть обучается на наборе данных содержащем большое количество человеческих лиц. Итоговый результат, точность распознавания, во многом зависит от качества и объема обучающей выборки, а также от качества изображений, подаваемых на вход нейросети во время непосредственной работы.

В результате был разработан продукт способный находить лица на изображениях, что может быть полезно во многих задачах.

Решение двумерной задачи о максимальном быстродействии

Артемов Н.В.
МАИ, Москва
neki712@yandex.ru

В данной работе приводится решение двумерной задачи о максимальном быстродействии и разрабатывается программа для визуализации данного решения. Используя принцип максимума Л. С. Понтрягина и метод Рунге-Кутты для решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, находятся точки, в которых должно происходить изменение ускорения для минимизации времени движения.

Программа позволяет рассчитать при заданных параметрах траекторию движения и минимальное время, за которое возможно остановить в начале координат объект, управляемый под действием внешней силы, возможности которой, а, следовательно, и возможности ускорения, ограничены какой-то величиной.

Задачи на быстродействие часто встречаются в теории оптимального управления. Поэтому время быстродействия — наиболее естественный критерий оптимальности.

Создание системы оптимального управления и расчет оптимальной программы управления входит в задачу оптимального управления. Оптимальные программы управления обычно рассчитываются численными методами нахождения экстремума функционала или решения краевой задачи для системы дифференциальных уравнений. С точки зрения математики задача нелинейного программирования в функциональных пространствах — это создание систем оптимального управления.

Данная работа посвящена решению двумерной задачи о максимальном быстродействии. Задача заключается в том, что имеется некоторый объект, управляемый под действием внешней силы, которая может меняться в заданных пределах, регулируемых человеком. Предполагается, что возможности действующей силы, а, следовательно, и ускорения, ограничены какой-то величиной. Требуется за минимальное время остановить данный объект, для определенности в начале координат.

Для визуализации решения составлена программа, позволяющая при заданных параметрах рассчитать минимальное время и траекторию движения объекта.

Для разработки был выбран язык Javascript с использованием стандарта ES6 и MVVM в качестве паттерна проектирования. Также в процессе разработки использовался Node.js — среда выполнения JavaScript, основанная на движке V8, и npm — пакетная экосистема Node.js, являющаяся самой большой экосистемой библиотек с открытым исходным кодом в мире.

Через npm были установлены необходимые для разработки пакеты программ и библиотек, такие как Webpack, Babel, ESLint, Vue.js и другие.

Код программы был написан в едином стиле, четко структурирован и разделен на логические единицы — модули.

Список литературы:

1. Галеев Э.М. «Оптимизация: Теория, примеры, задачи» // М.: Либроком, 2010. — 336 с.

2. Муравей Л. А., Романенков А. М. Моделирование и оптимизация некоторых процессов в микроэлектронике. Международная конференция по математической теории управлению и механике. Суздаль. 2017.: Либроком, 2010. — 4 с.

3. Муравей Л. А., Петров В. М., Романенков А. М. Об условиях оптимальности в задачах гашения колебаний гиперболических по Петровскому уравнений. Международная конференция по математической теории управлению и механике. Суздаль. 2017.: Либроком, 2010. — 4 с.

4. А.Н.Тихонов, А.А.Самарский, Уравнения математической физики. Учебное пособие для вузов. — 5-е изд., стереотип. — М.: Наука, 1977. — 735 с.

Принципы обмена данными клиент-серверного приложения на основе Angular и ASP.NET Core WebApi

Афанасенков А.В.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
Andrey1a1v@gmail.com

Хорошей практикой построения архитектуры Web-приложений является разделение на клиентскую и серверную часть. Клиентская часть отвечает непосредственно за взаимодействие с пользователем. Серверная хранит данные и всю бизнес-логику. У данного подхода много преимуществ:

1. Приложения, построенные с применением клиент-серверной технологии, обладают большей гибкостью, масштабируемостью, устойчивостью к сбоям и безопасностью.

2. Разработка становится намного проще, так как бизнес-логика не смешивается с пользовательским интерфейсом.

3. Можно работать над каждым модулем отдельно.

Для построения клиент-серверного Web-приложения был выбран следующей стек технологий:

На клиентской стороне — фреймворк Angular. Ключевой особенностью Angular является использование строго типизированного и компилируемого языка TypeScript, реализующего многие концепции ООП. Ещё одним плюсом для нашего проекта является встроенный менеджер пакетов NPM, который содержит большое количество инструментов способных сделать разработку более быстрой и эффективной.

На серверной стороне была выбрана служба Web API платформы ASP.NET Core, которая специализируется на работе по REST-архитектуре, что полностью удовлетворяет потребностям функционала нашего приложения.

Стоит отметить, что локальная разработка происходит на двух первоначально независимых проектах, следовательно, адреса будут находиться в разных доменах, и AJAX запросы со стороны Angular будут отклоняться, ввиду встроенных ограничений службы. Для разрешения этой проблемы необходимо в конфигурации сервера подключить CORS (стандарт консорциума W3C), который позволит задать свои ограничения и явным образом определить список разрешенных источников.

После реализации необходимых CRUD-операций на стороне сервера, мы можем приступить к построению запросов с клиентского приложения. Для обращения к веб службам в Angular используется модуль HttpClient, определяющий методы для отправки запросов на сервер. Хорошим тонном в построении архитектуры Angular приложений считается инкапсулирование всех HTTP-запросов в отдельные сервисы, дабы сделать их полностью независимыми от других компонентов. Для получения данных из сервера используется GET запрос, который возвращает объект Observable, определенный в библиотеки RxJs (содержит все асинхронные операции). Реализуя метод subscribe в компонентах на объект Observable, мы регистрируем обратный вызов (callback), который будет вызван, как только результат асинхронного запроса будет доступен. Тем самым, мы сможем получить обработанную на сервере информацию на клиенте.

Таким образом, мы разбили наше приложение на 2 независимые части, где на стороне платформы ASP.NET Core происходит обработка всей бизнес логики нашего приложения, а на стороне Angular мы осуществляем только разработку клиентской части. Это сделало наше приложение очень гибким, что позволило увеличить скорость разработки и сделать его простым для масштабирования.

Применение технологии распознавания лиц в системах «умного дома»

Ачба А.Р.
Научный руководитель — Николаев П.Л.
МАИ, Москва
sandrik12345@gmail.com

С появлением и развитием такой сферы в IT, как машинное обучение и искусственные нейронные сети, коммерческие системы стали более автономными, что позволило облегчить нагрузку на людей, а также разнообразить цели применения данных систем. Но кроме коммерческих систем данные технологии стали применять в системах и продуктах, предназначенных для общего пользования.

Одной из таких систем является «умный дом». Суть системы заключается во встраивании разных датчиков и компонентов управления в стандартные бытовые приборы, которые отправляют показания на центральные сервер, а он в свою очередь обрабатывает данные и дает последующие указания, на основе заранее запрограммированных ситуаций или самостоятельных решений, которые помогут человеку и месту его обитания.

Технология распознавания лиц реализованная с помощью искусственных нейронных сетей и глубокого обучения, давно применяется в сфере безопасности, наиболее популярное использование этой технологии в смартфонах, но понемногу сферу деятельности

распознавания лиц расширяют в скором времени её можно будет встретить в самых разных местах.

Внедрение такой технологии в систему «умного дома» позволит ещё больше помочь человеку и облегчить его рутинную жизнь. Данная технология должна будет обеспечить защиту дома от злоумышленников путем фиксации нарушения и оповещением хозяина дома или правоохранительных органов, основной способ применения позволит полностью отказаться от таких вещей как ключи, пропускные карты или пароли, которые можно утерять или забыть. Данная технология даст возможность открывать двери и получать доступ к дому и его системам зарегистрированным пользователям. Основная цель внедрения — это запуск датчиков и компонентов управления в доме при подходе человека к двери дома. Данные о зарегистрированных пользователях будут храниться в зашифрованном виде на сервере. В случае выхода из строя камеры слежения, дверь можно отворить с помощью доступа через смартфон или внедрения дополнительного датчика распознавания биометрических данных, на пример таких как отпечаток пальца.

Гибкость системы и, в частности, данной технологии позволить встроить её не только в частные дома или квартиры, но коммерческие или государственные учреждения.

Percona Server for MySQL

Ачба М.Т.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
Dmorti@yandex.ru

Persona Server — это сборка MySQL от одного из разработчиков MySQL. Отличается от MySQL лучшей производительностью/масштабируемостью, особенно на многоядерных серверах. Так же улучшена функциональность — больше полезной оптимизации для статистики. Так же есть несколько полезных утилит: Percona Tolkit, Percona XtraBackup, Percona Monitoring and Management. Разберём более подробно каждый из них.

При работе с большими объёмами данных, логично использовать в свои базах данных репликацию. Репликация помогает снизить нагрузку на сервер и повышает процент отказоустойчивости системы, то есть если у вас какой-то сервер сломается, у вас не будет простоя и данные продолжат обновляться и читаться. Репликация состоит из нескольких серверов, главного сервера — мастера (Master), и подчиненных серверов — реплик (slave). Севера работающие в репликации должны обладать определенным набором параметров, которые дозы быть одинаковыми или различаться. В утилите Percona Tolkit есть замечательная команда — pt-config-diff, которая покажет различие конфигурационных файлов каждой базы данных. Ещё есть команда — pt-slave-find, которая показывает сколько у вашего мастера подчиненных серверов, и выводит краткую информацию по каждому. Ещё есть хорошая команда — pt-table-sync. Если при каких-либо обстоятельствах у вас стали расходиться данные мастера и реплики, данная команда помогает это исправить, она при указании верных параметров, изменит на реплике данные и они будут такими же, как и на мастере.

Percona XtraBackup — помогает нам сделать резервную копию базы данных без блокировки всех таблиц, то есть наша база не простаивает когда, делается копирование, а так же продолжает работать и наш сервис не простаивает и мы не теряем прибыль.

Percona Monitoring and Management — программа мониторинга баз данных, предупреждает о возможных ошибках, проста в управлении, помогает сохранить работоспособность базы данных и выявить каких-либо ошибки только при возникновении. Хороший графический интерфейс.

Программное обеспечение для расчета индивидуальной инвестиционной рекомендации

Бабченков В.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
vbabchenkov@mail.ru

Согласно Федеральному закону от 20.12.2017 N 397-ФЗ (ред. от 17.06.2019) инвестиционные советники должны быть внесены в единый реестр инвестиционных советников. Для того чтобы избежать многократного внесения конкретных людей и сопутствующих этому финансовых затрат, принято решение разработать соответствующее программное обеспечение, которое сможет оказывать консультационные услуги исходя информации, предоставленной клиентом.

Приложение разработано с backend частью на Java и frontend частью на JavaScript, и базой данных PostgreSQL для хранения последней полученной пользователем индивидуальной инвестиционной рекомендацией.

В начале пользователь заполняет предложенную стандартную анкету, по которой определяются ключевые параметры для предоставления рекомендации: образование, доходы и расходы, сумма вложения, горизонт инвестирования, валюта и т.д. Исходя из полученных параметров рассчитывается категория.

По данной категории запускается алгоритм поиска оптимального решения с учетом заданных бизнес ограничений. Алгоритм использует симплекс метод в результате работы которого получаем самое оптимальное решение — максимизированное по доходности и маржинальности. Если требуется округление, то округляем всегда меньшую сторону, которую можем положить в отобранный продукт.

Также в виде отдельной функциональности происходит расчет рекомендации с учетом текущего инвестиционного портфеля пользователя. При отсутствии подходящих продуктов, пользователю предлагается изменить входные параметры: добавить количество инвестиций, увеличить горизонт. Актуальные продукты берутся из продуктового каталога, хранящегося в базе данных. Возможность редактирования каталога доступна для администраторов приложения.

Применение лингвистического анализа текста для модификации алгоритма шинглов

Бандурина О.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
merci1509@yandex.ru

В настоящее время проблема определения оригинальности текста и его первоисточника занимает значительное место. Внесение изменений в текстовые данные является достаточно простой задачей, поэтому крайне актуальным является создание и развитие средств автоматизации сравнения текстовых данных.

Одним из наиболее популярных и часто встречающихся алгоритмов сравнения текстов на русском языке является алгоритм шинглов [1]. Идея алгоритма заключается в том, что текст представляет собой последовательность фиксированных слов–шинглов, состоящих из соседних слов. Алгоритм состоит из этапов:

- Канонизация текста — приведение текста к единой нормальной форме путем удаления предлогов, союзов, знаков препинания.
- Разбиение текста на шинглы — это разделение текстов на подпоследовательности слов, идущих друг за другом и определяющих длину шингла.

• Вычисление хешей–шинглов. Хеш — это уникальный набор букв и цифр, который идентифицирует шингл.

• Поиск одинаковых последовательностей. Этап состоит из выборки и сравнения элементов.

• Получение соотношений одинаковых значений, позволяющих определить уникальность каждого текста.

Алгоритм шинглов рассматривает текст как набор символов в строке, что не позволяет учитывать смысловую составляющую текста, при этом данный алгоритм предполагает применение средств морфологического анализа для нормализации слов. Использование большего количества средств лингвистического анализа позволит повысить учет смысла текста при анализе его лингвистических особенностей.

Для усовершенствования существующего алгоритма было сделано:

• Добавлен словарь синонимов. Словарь синонимов помогает отобразить синонимический ряд слова, производит выбор одного из слов и определяет его как основное. Например:

Есть несколько слов–синонимов: большой, огромный, огроменный. Если в тексте встретится слово «огромный», оно будет заменено на «большой».

• Произведено извлечение цитат.

Цитаты обозначаются символами «», ‘’ и др. вариантами кавычек. При прохождении по тексту все позиции с такими символами извлекаются, затем извлекается текст, находящийся между ними.

• Произведена предобработка текста, состоящая из этапов: токенизация текста, приведение слов к нижнему регистру, удаление стоп-слов, удаление знаков пунктуации, фильтрация служебных частей речи, лемматизация.

• Использовано выделение опорных оборотов.

Опорный оборот — набор последовательных слов, окруженных союзами или знаками препинания и содержащее опорное слово.

Для сравнения результатов существующего алгоритма и алгоритма, с добавлением средств морфологического анализа были выбраны группы текстов:

• 1 группа — перефразированный текст статьи. Выбрана статья с описанием программного продукта, вручную изменен порядок слов, произведена замена слов на синонимы.

• 2 группа — предложение, в котором из-за одного знака меняется весь смысл. Выбрана фраза из мультфильма «В стране невыученных уроков»: «Казнить нельзя помиловать».

• 3 группа — перефразированный текст статьи. Выбрана статья из новостной ленты, порядок слов и некоторых предложений изменен вручную.

• 4 группа — сравнение большого отрывка из текста и его краткого содержания. Выбран роман И. А. Гончарова «Обломов». Использован отрывок из первой главы и его краткое содержание.

Результаты приведены в таблице 1.

Сравнительный анализ показал, что результат в случаях с текстами группы 2 и 3 стал точнее, в группах 1 и 4 имеет приближенное или такое же значение. Это означает, что для достижения более высокого результата требуется добавление других инструментов лингвистического анализа, а именно:

• Производить не только извлечение, но и анализ извлеченных цитат из текста;

• Расширить используемый словарь синонимов, стоп–слов.

В результате модификации будет получен усовершенствованный алгоритм, позволяющий увеличить уровень анализа информации и произвести более точное сравнение текстов, что положительно скажется на решении таких проблем как плагиат в учебной сфере, фильтрация спама и др.

О перспективных технологиях дистанционного обучения

Бахаева Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва
daria.bakhaeva@yandex.ru

Системы дистанционного обучения являются развитием специализированных программных систем обучения, теория разработки которых у нас в стране описана ещё в 90-х годах, например, [1]. Современные системы дистанционного обучения далеко ушли от этих попыток и позволяют повысить качество образования через необычную подачу материалов, мотивирующую систему оценивания и других интересных модулей.

В ходе настоящей работы был проанализирован современный рынок и на его основе выявлены виды систем дистанционного обучения. Основная классификация –это синхронное и асинхронное обучение.

Синхронное обучение — это лекция в режиме реального времени, где студент может посредствам сети Интернет участвовать в дискуссии. Распространённые форматы синхронного обучения — это вебинары, прямые эфиры и онлайн-лекции. Полезными инструментами такого подхода являются чаты и скринкастинги. Кстати скринкастинг — это вещание видеопотока с записью происходящего на экране.

Асинхронное обучение –это самый недорогой и распространённый способ организации обучения, который предлагает использование учебно-методических комплексов. Стоит отметить удобство таких возможностей, как проведение обучения на расстоянии и в разное время, независимое от студентов и преподавателей. То есть преподаватель подготавливает материалы либо в виде лекций, либо в более наглядном видео-формате и загружает их в систему, а студент может в любое удобное время обратится к данным материалам. Дополнительное взаимодействие происходит через электронную почту. Данная система позволяет преподавателю избавиться от очных лекций и от оценивания знаний в процессе обучения, что освобождает время для модернизации учебного контента. Интересным современным решениям подачи лекций является использование лонгридов. Этот подход нагляден и эффективен с точки зрения освоения материала.

В современном мире большое внимание удаляется автоматической системе оценки знаний, поэтому стоит отметить современные способы её реализации. Например, существуют традиционные методы, такие как тестирование и практические задания, но особого внимания заслуживает такое перспективное направление как деловые игры. Суть деловой игры заключается в моделировании реальной ситуации и получении студентом опыта. Применение игр в процессе обучения провоцирует осмысливание полученных результатов. В рамках игры также присутствуют различные бонусы за своевременное выполнение заданий, мотивирующие студентов покорять новые высоты [2].

Инновационным методом дистанционного обучения является симуляция виртуальной реальности. Виртуальная реальность — это созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, осязание и другие [3]. Инструментами данной технологии являются шлем VR, перчатки и проецирующий монитор.

Ведущие ВУЗы и компании имеют возможность предоставлять такое оборудование и экипировку студентам на время прохождения курса. Это довольно трудоемкая и ресурсно-затратная форма обучения, но именно за данным направлением будущее образования.

В заключении можно сказать, что дистанционное образование активно развивается, ищет новые пути и методы обучения на расстоянии. Используемые технологии дистанционного обучения направлены не только на усвоение готовых материалов, но и на творческую самостоятельную деятельность по построению новых знаний.

Список литературы:

1. Бродский А.В., Столярчук В.А., Ульянов С.А. Разработка обучающих подсистем САПР// Учебное пособие, изд-во МАИ, 1990, 68 стр.

2. Суходолова Е.М. Деловая игра в дистанционном обучении информационным технологиям студентов. // Статья, Журнал научных публикаций Дискуссия, издательство Института современных технологий управления, Сентябрь 2015, 156 стр.
3. Виртуальная реальность [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальная_реальность, свободный. — Загл. с экрана.

Приложение для приближенного решения уравнений типа колебаний балки (стержня)

Бедняков В.С.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
РГУ им. А.Н. Косыгина, Москва
vladik199817@gmail.com

В работе рассматривается задача разработки и реализации программного решения для поиска приближенного решения краевых задач для гиперболических уравнений четвертого порядка. Примером таких уравнений являются уравнения колебаний балки и упругого стержня. Эта проблема является актуальной, так как для таких задач, зачастую, не удается выписать решения в конечном виде, а решения, представляемые в виде бесконечных рядов, не всегда удобны для использования. Поэтому возникает необходимость в специальном приложении, которое способно для разного рода краевых и начальных условий находить численное решение соответствующей задачи и визуализировать его.

Исходной задачей является уравнение в частных производных, которое наряду с четвертой производной может содержать и слагаемое со второй производной по пространственной переменной. Для получения численного алгоритма используются разностные аппроксимации искомой функции и её производных. С помощью этих аппроксимаций выполнен переход от исходной дифференциальной задачи к последовательности дискретных задач, решение которых определяется программно. В работе установлен порядок сходимости дискретных решений к точному решению.

Для реализации программного решения был выбран язык Python 3.8.1 и библиотека Tkinter 1.3.2 для построения графиков найденных решений. Архитектура приложения представляет собой монолитное приложение с разветвленной системой классов. При разработке приложения были использованы паттерны проектирования абстрактная фабрика, одиночка, адаптер, которые позволили получить гибкую, расширяемую архитектуру приложения, что в дальнейшем позволит добавить дополнительные модули для решения других задач.

Программа может быть использована в численном моделировании и качественном анализе процессов колебаний. В настоящее время приложение проходит апробацию и тестирование на кафедре Прикладная математика и программирования РГУ им. Косыгина.

Моделирование корректирующих сигналов обеспечения точности контурной обработки деталей со сложной геометрией контура

Белоусов Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
nikolasbelousov@rambler.ru

Авиационное машиностроительное производство характеризуется ростом геометрической сложности и точности размеров изготавливаемых изделий. С целью обеспечения точности изготовления деталей со сложным контуром используется современное технологическое оборудование, имеющее высокую точность размеров, формы и взаимного расположения поверхностей элементов своей конструкции. Тем не менее, точность

изготовления деталей со сложным контуром существенно ограничена вследствие возрастания роли динамических ошибок возрастающих с увеличением контурных скоростей обработки.

Эта проблема становится все более ощутимой по мере совершенствования материалов режущей части инструмента, позволяющих увеличить значение контурной скорости и тем самым обеспечить повышение производительности механической обработки

Анализ процесса обработки показывает, что точность получения заданных размеров определяется динамическими ошибками при работе системы приводов, обеспечивающих согласованное движение инструмента и обрабатываемой заготовки относительно друг друга. Траектория движения может быть представлена в виде эквидистанты движения инструмента и двух линий, соответствующих конфигураций, ограничивающих допустимое положение инструмента относительно заготовки. Величина отступа указанных линий от эквидистанты соответствует величине конструкторского допуска на размер.

Актуальной является задача нахождения способа обеспечения положения режущего инструмента в области допустимых значений в течение всего процесса контурной обработки. При решении поставленной задачи был выработан подход, при котором в процессе формирования контура управляющий сигнал корректируется в области производных высокого порядка сигнала по положению. Таким образом, без нарушения геометрического образа детали управляющее воздействие корректируется за счет заранее рассчитанных корректирующих сигналов в области первой производной по положению.

Для определения значений корректирующих сигналов была разработана модель динамических процессов, происходящих при контурной обработке на основе теории автоматического управления. Математическая модель была разработана на основе метода пространства состояний. Особенностью полученной модели является адекватность реальным динамическим процессам, и экономичность при реализации её средствами вычислительной техники, выражающейся в малых требуемых вычислительных мощностей системы обработки управляющей информации.

Для реализации разработанной математической модели было разработано программное обеспечение на языке Си++, что позволило использование стандартной аппаратной части. Для эксперимента, проводимого в лаборатории кафедры МГТУ им. Н. Э. Баумана, был использован персональный компьютер средней комплектации. Разработанный подход, основанный на методе пространства состояний, позволил обеспечить скорость обработки поступающей информации и получения параметров корректирующих сигналов, реализуемых в реальном масштабе времени.

Разработанная математическая модель и программная реализация позволили обеспечить требуемую точность изготовления деталей при увеличении производительности на 30 % по сравнению с той же обработкой, но без использования разработанного подхода. Планируется использование разработанного подхода при проектировании систем ЧПУ фрезерными и токарными станками повышенной точности.

Корректировка управляющей программы обработки заготовки на станках с ЧПУ с помощью машинного зрения

Бессуднов А.В.
Научный руководитель — Калаев А.С.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
bessudnoff.artem@yandex.ru

Производство изделий авиационной и аэрокосмической отраслей является очень сложной с точки зрения предъявляемых требований к готовой продукции. Оборудование для обработки таких деталей помимо высоких точностных характеристик должно иметь высокую производительность, которую можно увеличить с помощью применения новых технологий, позволяющих автоматизировать работу. Использование таких средств автоматизации помогает избежать простоя дорогостоящего оборудования [1,2].

Прогресс в развитии фото- и видеоаппаратуры дал толчок к более широкому применению и распространению бесконтактных методов для работы и автоматизации процессов обработки, установки и измерения параметров обрабатываемых изделий. В настоящее время по всему миру увеличивается число предприятий, применяющих комплекс аппаратных, а также программных средств, обобщенно называемых «машинное зрение». Машинное зрение позволяет решить множество задач и проблем по базированию обрабатываемых изделий на столе станка, изменению и контролю режимов резания в целях получения поверхности высокого качества, контролю качества поверхности после обработки и т. д [3,4].

Для применения данной технологии не требуются большие металлоемкие конструкции, достаточно иметь одну или несколько камер с высоким разрешением, устанавливаемых перпендикулярно плоскости обработки, а также специальную программу, благодаря которой будет возможно решение необходимой производственной задачи. Такая программа может быть написана на языках программирования Python или C++ с использованием библиотеки машинного зрения — OpenCV (Open Source Computer Vision). В рамках исследовательской работы была написана программа для решения задачи базирования корпусных деталей, таких как различные кронштейны, силовые узлы креплений, корпуса питающей аппаратуры авиационных двигателей (заменяющий патрубки в двигателе), и другие детали. Отличительной особенностью этих изделий является наличие отверстий, необходимых для осуществления привязки перед обработкой заготовки или измерением готовой детали.

Работа программы сводится к обработке плоского изображения, получаемого с камер, и распознаванию на них окружностей. Работа алгоритмов заключается в переводе каждого кадра в градации серого и путем применения различных фильтров, а также смены интенсивности и других параметров, программа определяет интересующие объекты и части изображения. Далее после нахождения окружностей определяются координаты и радиус, после чего происходит их отображение в видеопотоке. Для базирования заготовки необходимо выделить найденную окружность, после чего будет осуществлена привязка к центру выбранного отверстия. В целях перемещения рабочего органа к требуемой точке обрабатываемого изделия данные о распознанном отверстии перезаписываются в код управляющей программы — международный код ISO, который содержит в себе команды, передаваемые на драйвера и далее на двигатели приводов. Таким образом, можно осуществить автоматическую привязку и базирование с последующим перемещением рабочего органа станка в зону обработки, тем самым автоматизируя процесс и увеличивая производительность используемого оборудования для изготовления деталей сложной конфигурации.

Список литературы:

1. Металлорежущее технологическое оборудование: учеб. пособие / Л.И. Вереина., А.Г. Ягопольский; под общ. ред. Л.И. Вереиной. — М.: ИНФРА-М, 2019 — 435 с.

2. Расчет и конструирование станков: учебник для студ. учреждений высш. образования / Л.И. Вереина, А.Г. Ягопольский; под ред. Л.И. Вереиной. — М.: Издательский центр «Академия», 2014. — 272 с.

3. Кузнецов П. М., Москвин В. К. Оперативное управление единичным производством // Вестник МГТУ Станкин 2018. № 1 (44). С. 18 — 22.

4. Кузнецов П. М., Москвин В. К., Федоров В. А. Информационная среда сопровождения технологических процессов в машиностроительном производстве // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки 2017 — Т. 22, №1 — с. 56 — 59.

Разработка программного комплекса для автоматизации электроснабжения в помещении

Богослов М.К., Кижватова Н.В., Гольцов В.Ю.
Научный руководитель — Семёнов А.С.
МАИ, Москва
Maks_Bogoslovka@mail.ru

В наши дни большая часть процессов подвергается автоматизации, а именно использования комплекса аппаратно-программных средств, которые необходимы для автоматизации той или иной системы путем объединения их в единую цепь. Управление таким комплексом выполняется дистанционно человеком, либо автоматически самой системой в его отсутствие.

Процесс автоматизации для регулирования электроснабжения актуален и обладает широким применением в наши дни. Использование данной системы позволяет управлять всеми электронными устройствами и бытовыми приборами, выполнять мониторинг состояния электроприборов всего помещения и их функционирования в отсутствии человека.

Для реализации программного комплекса использовались следующие компоненты: Arduino Uno, центральный контроллер со встроенным GSM модулем и Wi-Fi передатчиком, приемник и передатчик ASK/OOK, Raspberry Pi 3 — универсальный компьютер для обработки и хранения полученной информации с датчиков. Полученная информация позволяет оценить состояние и работоспособность всей системы. В ходе мониторинга системы, управление приборами осуществляется при помощи датчиков. Приемник ожидает сигнал от датчиков, после чего передатчик отправляет сигнал на исполнительные устройства, т. е. на приборы в доме.

Результатом работы является программный комплекс для автоматизации системы с целью управления и мониторинга работоспособности электроприборов. Пользователю такой системы предоставляется возможность получать подробную статистику о расходе электричества в помещении.

Анализ систем извлечения ключевых слов из текста на русском языке

Болдаев М.Г., Малахов А.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Егорова Е.К.
МАИ, Москва
mboldaev@gmail.com

Актуальной на сегодняшний день является задача автоматической обработки и анализа текстов на естественном языке, что позволяет обнаружить скрытые связи в тексте, а также составить его семантическую структуру. Решение данной задачи тесно связано с алгоритмами и системами выделения ключевых слов, в том числе с проблемами, которые возникают при их работе. По этой причине существует большое количество комплексов, имеющих различные области применения, например, SEO-системы, системы документооборота, обработки различных статей, научных работ, в том числе и системы для выделения ключевых слов из текста на русском языке.

Было проанализировано множество комплексов обработки текста на естественном языке с возможностью выделения ключевых слов, анализировались как коммерческие системы с высоким рейтингом и большой известностью на рынке (Watson Natural Language Classifier, YQL term extractor, Site Content Analyzer, ePochta Extractor, ADVEGO, Istio и другие), так и разрабатываемые энтузиастами и высоко оцененные IT-сообществом, к примеру, nrlpk (материал взят из репозитория на GitHub https://github.com/avl33/nrlpk).

Промежуточные выводы исследования базировались на сравнении результатов работы приведенных выше систем (полнота, точность, f-мера) и работы специалиста в данной области. Исходя из итогов, можно выделить следующие системы: Site Content Analyzer,

Watson Natural Language Classifier, ADVEGO и Istio. Данные системы имеют самые высокие показатели среди схожих, но нельзя не отметить, что результат работы эксперта оказывается полнее и точнее. Это связано с использованием конкретного типа алгоритмов, а именно статистического. Подобный алгоритм основывается на количественно-частотных характеристиках слов в тексте, поэтому не отражает четкой семантической связи, а она является ключевым аспектом в данной сфере. Также значительное влияние на результат оказывает размер текста, однако основной проблемой является отсутствие предварительной обработки слов в тексте: удаления стоп-слов, лемматизации, использования алгоритма стемминга, определение морфологических характеристик и так далее.

Отталкиваясь от этого, была разработана концепция системы обработки текста и выделения ключевых слов с повышенными результатами качества. Исходя из того, что приводят разработчики перечисленных выше систем, можно предположить, что данный концепт будет выгодно отличаться от них наличием комбинации гибридного алгоритма на основе нейронной сети и предобработки. Важно отметить, что большая часть систем, перечисленных выше — коммерческие проекты с закрытым исходным кодом, поэтому сложно точно сказать о используемых технологиях и алгоритмах, но исходя из спектра решаемых задач, является возможным предположить о использовании лишь статистических алгоритмов. Гибридный алгоритм в данной системе представляет собой комбинацию нейронной сети и статистического алгоритма, реализованных на языке Python с использованием технологии PyTorch и технологии облачных вычислений Google Colaboratory. За основу был взят алгоритм Wikyfy, а в качестве предобработки текста используются: фильтрация стоп-слов, лемматизация, выделение морфем из слов и другие.

Исследование методов и создание системы контроля качества выполнения физических упражнений

Большева А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
go-go1997@yandex.ru

В век технологий люди привыкли пользоваться портативными техническими устройствами. Они выполняют полезные функции, не ограничивая человека в мобильности.

Рассматривая устройства, выполняющие функцию измерения показателей физической активности человека, можно выделить следующую проблему: недостаточно точное измерение показателей и контроль правильности выполнения физических упражнений. Отсутствует универсальное и точное устройство для оценки и регулирования выполнения спортивных упражнений.

Выполнение задачи отслеживания корректного выполнения физических упражнений может выполняться несколькими методами. Во-первых, с помощью камеры, компьютерного зрения. В этом случае распространено использование Xbox One Kinect 3D камеры[1]. Во-вторых, с помощью специальных датчиков — инерциальных измерительных модулей. Это маленькие, недорогие сенсоры, которые состоят из акселерометров, гироскопов и магнитометров. В целом, большим плюсом всего этого метода является более точная оценка движения тела в пространстве [3]. В-третьих, могут быть скомбинированы первые два метода: использование наружной системы наблюдения и небольших инерциальных измерительных модулей [2].

Существует огромное количество датчиков инерциальных измерительных модулей. Например, Ellipse Micro, Ellipse Series, Ekinox Series, Apogee Series, отличающиеся высокой себестоимостью. Более низкую себестоимость имеют: Razor 9DOF, BNO-055 SiP, GY-BNO080, Waveshare 10 DOF, 9-Axis 9DOF BMX055, GY-85 BMP085, GY LSM9DS1, 9 Axis IMU L3GD20 LSM303D модуль 9DOF. Все датчики измеряют линейное ускорение, угловую скорость вращения и векторы магнитного поля. Контроллер обеспечивает связь датчика с внешним миром по одному из распространенных интерфейсов. Как правило, это SPI или I2C.

Существует ряд технологий для связи с датчиками с использованием Wi-fi, Bluetooth, Wibree, NFC-технология, протокол WirelessHART, WiMax. Для связи с датчиками может использоваться протоколы, устанавливающие Wi-Fi соединение между датчиками и датчиками с процессором: протоколы IPv6, MLE и другие.

Задача измерения и контроля выполнения физических упражнений без непосредственного участия тренера решается с помощью разрабатываемого носимого портативного устройства. В докладе рассмотрено три варианта архитектуры построения системы. Во-первых, с помощью проводов и резисторов можно собрать один большой базовый компонент. На основе базовой платы Arduino, инерциальных измерительных модулей: один — обеспечивающий wi-fi соединение, другой — отслеживающий координаты движений человека по 9 осям свободы и батареи для питания. Во-вторых, можно использовать плату, уже содержащую тот или иной инерциальный измерительный модуль, или оба сразу. И дополнить её батареей питания, для удобства движений человека. В-третьих, систему из второго пункта можно расширить дополнительными модулями движения, используя провода и резисторы.

Полученная система взаимодействует с компьютером, который позже можно заменить на мобильное устройство. Компьютер выступает в роли сервера, а плата с датчиками — в роли клиента. Архитектура «клиент-сервер» позволяет осуществлять обмен данными, а также авторизацию и другие простые функции при установлении соединения. В целом, датчики передают свои данные компьютеру. Последний обрабатывает их с помощью разрабатываемой программы, содержащей математические модели эталонных движений.

Для проведения исследования выбрана основная плата CH340/ATmega328P. Из рассмотренных выше датчиков наиболее популярным является GY-85 BMP085, поддерживающий технологию Wi-Fi. Эта технология обеспечиваться вторым модулем. Данное устройство имеет доступ к компьютеру по беспроводной связи. В последующем, возможно подключение дополнительных датчиков инерциальных измерительных модулей к первоначально собранному устройству.

В докладе предложена архитектура разрабатываемой системы, состоящая из клиента на основе встраиваемого вычислительного устройства Arduino, специализированных датчиков с девятью осями свободы и модуля радиосвязи, и сервера под управлением «настольной» операционной системы. Это обеспечивает как низкую стоимость конечного устройства, так и достаточную точность измерений физических упражнений.

Список литературы:

1. Chan T., Keady T. FormCheck: Improve Your Strength Training Form. CC BY-NC, 2019. Available at: https://www.hackster.io/formcheck/formcheck-improve-your-strength-training-form-e359a8

2. Chiang A., Chen Q., Li S., Wang Y., and Fu M. Denoising of Joint Tracking Data by Kinect Sensors Using Clustered Gaussian Process Regression. Journal of MMHealth, 2017. V. 17. — pp. 19 – 25. doi: 10.1145/3132635.3132642 Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6420306/

3. Soro A., Brunner G., Tanner S., Wattenhofer R. Recognition and Repetition Counting for Complex Physical Exercises with Deep Learning. Journal of Sensors, 2019. V. 19. I. 3. — 22 p. doi:10.3390/s19030714 Available at: https://www.mdpi.com/1424-8220/19/3/714/htm

Исследование инцидента промышленной безопасности технологических процессов, в зависимости от количества конечных параметров

Борозный А.А., Нода И.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Нагибин С.Я.
МАИ, Москва
aleksander.borozny@yandex.ru

Задача прогнозирования инцидентов промышленной безопасности в современном мире в условиях растущих объемов производства стоит как никогда остро. Информационные технологии на текущем этапе развития позволяют отслеживать состояние разнообразных

устройств, датчиков и т.д., что позволяет централизовано собирать и обрабатывать большие объёмы информации на любом промышленном производстве. Мощность современных вычислительных средств позволяет ежеминутно считывать гигабайты поступающей информации. Актуальный вопрос, как на основе этой информации оперативно рассчитать и спрогнозировать риск возможной аварии на производстве, ведь секунды промедления могут стоить сотен жизней. В этой связи требуется оптимизация количества конечных параметров для упрощения анализа полученной картины.

Целью исследования является нахождение оптимального (наилучшего) набора конечных параметров с помощью методов оптимизации путем нахождения некоторых закономерностей в первичных параметрах. Для данного исследования был использован промышленный программный комплекс ПК “Зодиак”, обладающий опытом внедрения в промышленной сфере. Реальные данные с производства были получены с использованием модуля “Зодиак Сбор данных”, который через многопоточные соединения реализует высокопроизводительный сбор информации от объектов контроля или специализированных систем мониторинга и управления, функционирующих на предприятии.

На языке Python была реализован алгоритм, который по уже накопленным данным выявляет зависимость между первичными параметрами в различные этапы производства. За основу разработанного алгоритма был взять метод поиска корреляционной зависимости, где каждый параметр рассматривался как случайная величина. Следует отметить существенный недостаток данного метода, что на ряду с его точностью он занимает слишком много времени во время работы с учетом большего объёма входных параметров, фактически нивелирую попытку оптимизации количества входных параметров. Для ускорения работы программы была использована библиотека NumPy.

В данный момент разработанное средство оптимизации внедрено в модуль «Зодиак Анализ данных» в тестовом режиме. «Зодиак Анализ данных» рассчитывает и анализирует показатели рисков и состояния контролируемого объекта. В дальнейшем планируется расширить функционал данного модуля и усовершенствование его с целью максимально возможного ускорения анализа полученных данных.

Методы и средства удаленного управления персональным компьютером путём эмуляции устройств ввода/вывода

Булгаков М.С.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
bulmiha@gmail.com

Удаленное управление устаревшими персональными компьютерами невозможно с помощью современных утилит (таких как TeamViewer и VNC) в силу возраста оборудования, и как следствие, отсутствия поддержки. Также в персональных компьютерах из 1980-х и начала 1990-х часто возникает необходимость в настройке базовых параметров firmware (BIOS), что требует возможности удаленного управления такой машиной до загрузки какой-либо ОС и как следствие требует наличия аппаратного решения для удаленного управления данным персональным компьютером.

Для решения данной задачи можно использовать узкоспециализированное оборудование, но данное оборудование имеет очень высокую стоимость и непрактично при наличии большого парка машин, также данное оборудование имеет лишь одну функцию и не может быть применено в иных целях.

В связи с этим я предлагаю применение одноплатных компьютеров в данной сфере. Одноплатные компьютеры, такие как серия компьютеров Raspberry Pi, RockBoard, BeagleBone и других, основанных на однокристальных системах с архитектурой ARM. Использование высоко-энергоэффективной процессорной архитектуры ARM позволяет снизить затраты электроэнергии на данную систему, требования к питанию такой системы, а также выделяемое подобной системой тепло, которое требуется отводить от основных компонентов

данной системы. К совокупности с малым размером подобных одноплатных решений (существуют вариации Raspberry Pi на DIMM модуле) это позволяет встроить подобные решения в корпус персонального компьютера, либо разместить на корпусе и требуют минимального охлаждения, возможны решения с полностью пассивным охлаждением, следовательно, совершенно бесшумные.

Методы и архитектура клиентского взаимодействия с системой приёма заявок на научные конференции

Буренина Е.Н.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
burenina.kate4ka@gmail.com

В условиях постоянно растущего уровня автоматизации информационного обмена, растут и запросы пользователей к минимальным функциональным возможностям используемых ресурсов, соответственно существует необходимость повышать качество и эффективность систем приема и обработки информации. В качестве такой системы в рамках работы рассматривается платформа приема заявок на научные конференции «gagarin.mai.ru». Целью работы является сокращение трудозатрат администраторов платформы на создание и обработку компонентов системы, таких как индивидуальные информационные ресурсы конференций, непосредственно заявки участников конференций, элементы личного кабинета администратора, и другие, а также повышение общего удовлетворения работы с платформой как администраторов, так и обычных пользователей.

Для улучшения интерактивности платформы и повышения потенциала её эффективного использования, применяются различные инструменты front-end разработки. Абсолютным лидером программирования для браузеров является язык java-script. Он достаточно прост, но содержит все фундаментальные вещи: алгоритмы, объектно-ориентированную модель, структуры данных.

Для абстрагирования, выравнивания, исправления и упрощения скриптинга при работе с узлами HTML-элементов в браузере в работе используется фреймворк jQuery. Он позволяет оптимизировать процесс разработки и поддержки системы за счет простоты и гибкости синтаксиса. Это играет огромную роль в поддержании жизненного цикла продукта.

Что касается повышения эффективности работы пользователя, то здесь в первую очередь решается проблема долгой загрузки и обработки данных. Вместо обычной отправки данных на сервер и перезагрузки страниц в работе используется технология Asynchronous Javascript and XML или AJAX. Это намного удобнее, так как не приходится долго ждать, и экономичнее, так как не все обладают безлимитным интернетом. В этом случае необходимо следить, чтобы пользователь был в курсе того, что происходит на странице. Это реализуется с использованием индикаторов загрузки, текстовых сообщений о том, что идёт обмен данными с сервером.

Применяя эти и другие инструменты front-end разработки в работе реализован функционал, повышающий интерактивность платформы, а соответственно её эффективность и удобство использования.

Автоматизация процесса полигонального моделирования средствами фотограмметрии

Вагин А.И.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
theflycatz@gmail.com

В классическом понимании, фотограмметрия является научно-технической дисциплиной, занимающаяся определением характеристик объектов по фотоизображению. Основными направлениями данной дисциплины являлись создание карт, планов земли, и решения прикладных задач в архитектуре, строительстве и т.д.

Современное распространение цифровых камер высокого разрешения и персональных компьютеров большой вычислительной мощности позволило расширить область применения фотограмметрии, возможностью автоматического создания полигональных трехмерных моделей на основе множества фотографий объекта с разных углов.

Создание моделей данным способом позволяет получить высокополигональную модель объекта, сохраняя его пропорции и детализацию, только на основе фотографий. Процесс обработки фотографий автоматический и напрямую зависит только от вычислительных возможностей оборудования, которое выполняет расчеты.

Модели, полученные таким способом уже готовы к использованию, но в виду некоторого несовершенства технологии, для финального чистого результата может потребоваться ручная доработка.

Не мало важно указать, что сохранение детализации объекта напрямую зависит от качества снимков, их количества, условий освещения при сканировании, правильности положения камеры в пространстве относительно объекта и т.д. Помимо обычных фотоаппаратов, смартфонов, так же применяются камеры со встроенными сенсорами глубины, которые позволяют получить дополнительную информацию об объекте.

Обобщая, фотограмметрия является доступным способом автоматизированного создания высокодетализированных полигональных моделей реально существующих объектов.

Современные организационные подходы к процессу разработки программного обеспечения

Василенко Е.А.
Научный руководитель — к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
zenv99@mail.ru

На сегодняшний день существует несколько широко распространённых методологий разработки программного обеспечения — SCRUM, DevOps, каскадная разработка, спиральная модель и так далее. Начнём с самого определения разработки ПО.

Разработка ПО — или как её сейчас называют software ingenering — это система инженерных принципов для разработки эргономичного программного обеспечения с заданными характеристиками качества. Иными словами, технология разработки ПО — это набор правил и методологий о том, как разрабатывать программы, которые будут выполнять поставленные заказчиком задачи, при этом имея достаточное удобство использования и производительность. В следствие такой общей формулировки и появилось множество различных конкретных интерпретаций, описывающих иногда полностью противоположные подходы к разработке, тестированию и релизу программ.

Говорить о каком-либо соперничестве среди них достаточно сложно, поскольку они занимают разные ниши касательно сложности, размеров и специализации приложений, разрабатываемых в соответствии с методологиями. К примеру, DevOps имеет наибольшую популярность в сфере Web-разработки, поскольку сайты и веб-сервисы чаще всего

рассчитаны на большое количество потенциальных пользователей с разнообразными запросами и предпочтениями. Таким образом, более раннее введение продукта в эксплуатацию даёт гораздо больше времени и возможностей к исправлению критических замечаний, возникающих в ходе реальных нагрузок ошибок, внесению каких-либо изменений на основе собранной статистики использования и отзывов, или даже, в крайних случаях, смены каких-либо основополагающих элементов системы.

С другой стороны, данная система не применима к крупным и достаточно сложным с архитектурной точки зрения продуктам. Во-первых, потому что DevOps предполагает небольшие, автономные команды. Во-вторых, ранний выпуск, например, программного ядра может быть не только бесполезным, ведь стабильная и продуктивная работа достигается только когда оно завершено и целостно, но даже опасно, ведь команды злоумышленников и хакеров могут исследовать и использовать незащищённые механизмы и методы, которые не могут быть обнаружены при полностью написанной и отлаженной архитектуре программы.

В таких случаях более предпочтительной будет каскадная методология, которая позволяет подробно и чётко формализовать все требования и необходимый функционал. За счёт этого значительно упрощается процесс создания «тяжёлых» программ, ведь согласия между группами разработки являются не просто устными, а чётко закреплёнными в технических заданиях, листах бэклогов и прочей формальной документации. Так же чёткое описание необходимых характеристик и требований позволяет быстрее вести начальные этапы создания архитектуры и написания базовых механизмов, исключая разночтения и возможные споры по поводу того, как должна вести себя та или иная часть программы.

Применение метаэвристических алгоритмов в планировании

Виноградова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семенов Г.Е.
МАИ, Москва
ali.vinogradova@bk.ru

Проблема планирования проекта с ограниченными ресурсами (RCPSCP-Resource Constrained Project Scheduling Problem) — это задача оптимизации, которая пытается найти оптимальный порядок действий для достижения набора заранее определенных целей с существующими ресурсами. Как правило, планирование проекта с ограниченными ресурсами содержит ресурсы ограниченной доступности, действия с известной продолжительностью и запросы ресурсов, которые связаны отношениями предшествования. Проблема главным образом концентрируется на поиске оптимального решения с минимальным рабочим периодом путем назначения времени начала для каждого действия, чтобы правильно управлять доступностью ресурсов и отношениями приоритета.

Целью планирования проекта с ограниченными ресурсами является создание осязаемых графиков для удовлетворения предопределенных целей и ограничений ресурсов. Проблему RCPS можно рассматривать как проблему комбинаторной оптимизации, рассматривая действия, длительности и их приоритетные отношения.

Можно выделить несколько вариантов событий:

1. RCPSCP на основе случайных ключей.

Хромосомное представление задачи планирования проекта с ограниченными ресурсами основано на случайных ключах. Здесь графики построены с использованием эвристического правила приоритета, в котором свойства действий определены.

2. Оптимизация муравьиных колоний для RCPSCP.

В этом алгоритме решение часто предпринимается в виде последовательности итерационных шагов. Решения-кандидаты идентифицируются из выборки решений с использованием параметрического распределения вероятностей. Группа муравьев выбрана, набор решений переменных определен в задаче. Муравьи выбирают переменные проекта для создания возможных решений. Поскольку муравьи создают решения-кандидаты, локальное обновление решения выполняется на основе его пригодности.

3. Рой частиц для RCPSP.

Оптимизация роя частиц основана на коллективном поведении или организмах. Рой — это большое количество децентрализованных, однородных агентов, которые взаимодействуют локально между собой и с окружающей средой, в результате чего должна быть достигнута глобальность. Оптимизация роя частиц используется для задач, где оптимизированные функции должны быть прерывистыми, недифференцируемыми со слишком многими нелинейными связанными параметрами. Каждая частица или член в рое пытается найти потенциальное решение в любой момент времени. Он связывается с сигналом, пропорциональным пригодности решения-кандидата для других частиц в рое. Следовательно, каждая ройная частица или элемент может ощущать силу сигнала, передаваемого другой ройной частицей или элементами, поэтому пригодность решения-кандидата основана на функции пригодности. Когда частица пытается сконцентрироваться на более подходящем решении-кандидате из числа доступных на местах решений-кандидатов на основе различных механизмов обучения, определяется новое направление движения, которое направляет частицы к оптимальному решению.

Список литературы:

1. Виноградова А.А. — Выпускная квалификационная работа магистра на тему: Разработка элементов подсистемы планирования с применением метаэвристических алгоритмов. — МАИ. 2020

Система информационной помощи в проведении мероприятий

Волков В.А.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
РГУ имени А.Н. Косыгина, Москва
Vvladd97@gmail.com

В работе рассматривается реализация информационной системы помощи в управлении различными мероприятиями. В наше время такие приложения необходимы для оперативного донесения информации о готовящихся мероприятиях до потенциальных посетителей. Подготовленный программный комплекс дополняет функционал таких порталов как https://www.mos.ru/afisha/ или один из иностранных аналогов https://www.eventbrite.ca/. Данные сайты успешно показывают какие мероприятия проходят в определенном городе, но основной проблемой является то, что они не подразумевают никакого взаимодействия между владельцами мероприятий и пользователями. Ключевым отличием подготовленного приложения служит возможность для организатора отслеживать в автоматическом режиме сколько людей собирается прийти на мероприятие и даже при необходимости удалять нежелательных посетителей.

Была поставлена задача реализовать следующие программные блоки: регистрация и авторизация пользователя, список мероприятий с возможностью просмотреть подробную информацию по каждому из них, возможность пользователя записаться на мероприятие, ролевая модель гость — пользователь — организатор мероприятий — администратор. Для эффективной работы приложение должно хранить пользовательскую информацию в базе данных, а именно: информацию о мероприятиях, пользователей, список ролей и городов для проведения мероприятий.

Информационная система имеет удобный веб-интерфейс, заключает в себе взаимосвязанную работу клиентской и серверной части. Видимая часть приложения написана на React (фреймворк языка программирования Javascript), а обработка данных и взаимосвязь с базой осуществляется с помощью Java 11 версии. Для целей тестирования во время разработки используется база данных h2, при полноценном развёртывании приложения планируется использовать PostgreSQL.

Разработка автоматизированной системы генерации заданий и их проверки для СУБД PostgreSQL

Воловичева Н.П.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
2432111@mail.ru

PostgreSQL — реляционная система управления базами данных с открытым исходным кодом, которая использует и расширяет возможности языка SQL, применяющегося для организации взаимодействия пользователя с базой данных.

PostgreSQL пользуется популярностью наряду с такими реляционными СУБД, как Microsoft SQL Server и Oracle Database, поскольку удобна в работе благодаря своей архитектуре, надежности, обеспечению целостности данных, набору практичных функций, а также стремлению разработчиков к улучшению продукта и упрощению алгоритмов взаимодействия с ним.

В связи с тем, что данная СУБД является системой с открытым исходным кодом, она привлекает к себе внимание как опытных разработчиков реляционных БД, так и начинающих специалистов. С целью привлечения последних было разработано и издано достаточно пособий с исчерпывающим теоретическим материалом, написанных на простом для неопытного пользователя языке. Таким образом, начинающий разработчик шаг за шагом постигает СУБД PostgreSQL, знакомится с принципами её работы и совершенствует свои теоретические знания. Однако одной теории недостаточно для того, чтобы понять все тонкости механизма взаимодействия элементов в системе. Поэтому было принято решение разработать автоматизированную систему генерации уникальных заданий и их проверки для СУБД PostgreSQL.

В ходе разработки проекта использовался такой стек технологий, как языки высокого уровня C, Python, а также сама СУБД PostgreSQL.

Таким образом, разработанная автоматизированная система генерации уникальных заданий и их проверки для СУБД PostgreSQL помогает начинающему специалисту получить необходимые практические знания в процессе подробного изучения принципов работы упомянутой реляционной базы данных и изучить специфику составления запросов к СУБД без отрыва от теоретической части.

Разработка многоагентной системы по организацию торгов

Волчунович А.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
volchunovich.artem@gmail.com

В современном мире достаточно большой популярностью пользуются сервисы, которые обеспечивают онлайн-торги на рынке криптовалют. На текущий момент существует множество площадок и решений, которые позволяют покрыть большинство потребностей пользователей.

Однако, большинство Интернет-ресурсов, связанные с криптовалютным рынком сталкиваются по сей день с проблемой, связанной с невозможностью дать клиентам возможность покупать криптовалюту без реализации собственного терминала для покупки валюты.

В работе предложено решение этой проблемы, которое основано на реализации специального виджета. Разработка которого с легкостью обеспечит интеграцию в любой веб-ресурс, что в дальнейшем позволит решить проблемы с недостатком терминала на сайте.

Рядовым пользователям, в результате, предоставляется возможность покупки криптовалюты в интегрированном виджете, без каких-либо дополнительных рутинных действий.

Виджет предоставляет функционал ввода данных, безопасность при сделке и, непосредственно, покупки необходимого объема валюты. Рассматриваемое программное решение основывается на использовании новейшего стека технологий — ReactJS-16-12-x./TS-3.7.x/MobX-5.15.x/StyledComponents-5.0.x./Webpack-4

ReactJS — позволил разбить весь сайт на компоненты добавив виртуальный дом, что позволяет каждому компоненту существовать в раздельности и не монолитом.

MobX — позволяет удобно управлять состоянием всех компонентов по отдельности.

StyledComponents — избавляет от рутины с css-модулями, приложение становится проще описывать.

Прогнозирование показателей биржевых индексов с использованием нейросетевых технологий

Вороненкова К.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Черкай А.Д.
МАИ, Москва
kvoronenkova@gmail.com

Главным показателем состояния мировой экономики является биржевой индекс. Из него получают информацию об изменении цен группы ценных бумаг. С помощью составления прогнозов можно изучить динамику индексов. Например, рост или снижение котировок ценных бумаг, какие события могут повлиять на их изменение. Для того чтобы правильно работать с индексом, необходимо знать, с помощью каких акций он составлен. Наиболее известными биржевыми индексами считаются показатели: РТС и индекс МосБиржи (российские индексы фондового рынка), Dow 30 (промышленный индекс Доу-Джонсона), S&P 500 (индекс фондовых бирж США), NASDAQ Composite (фондовый индекс), S&P 500 VIX (индекс, который характеризует волатильность изменчивость цен акций).

Одним из популярных способов составления прогнозов является технология нейронных сетей. Она представляет собой математическую модель, состоящую из отдельных простых процессов. Способность к обучению особенность, которая помогает выявить закономерности в исходных и выходных данных. Самыми распространёнными моделями прогнозирования считаются модели ARIMAX авторегрессионные модели. Однако, нейросетевые технологии ничуть не уступают им в конкуренции.

В данной работе проводится прогноз для котировок представленных индексов. Для подготовки изначальной выборки найдены данные по биржевым индексам за отведённый промежуток времени. Была составлена программа на основе нейронных сетей с использованием технологии языка Python. Построение нейронной сети осуществлялось при помощи библиотеки TensorFlow. Также была проведена оценка отклонения полученных результатов от реальных данных.

Разработка концепции системы автоматизации «Умный приют»

Вяткина А.Д.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
alexvyatkina01@gmail.com

Автоматизация повседневных решений — комплекс технологий, получивший название «умный дом», — всё больше входит в жизнь современного человека. Цель такой оптимизации — улучшение качества жизни человека. Подобные системы также популярны на

промышленных предприятиях. Однако такие технологии могли бы охватывать гораздо больше сфер деятельности, одна из которых — приюты для животных.

Данное решение важно для животных, так как значительно повысит их комфорт. Животное не будет заперто в клетке — у него будет свобода перемещения на территории «умного приюта». Этот пункт не маловажен и по причине того, что клетки не будут препятствовать социализации животного. Также планируется усовершенствование системы питания. И другие улучшения.

Проведя исследование предметной области и процессов, присутствующих в работе приютов, было принято решение создать прототип системы «умного приюта». В основе концепции проекта лежит разделение приюта на функциональные зоны:

1) зона кормления
2) зона игры
3) зона туалета
4) зона мытья
5) зоны личного пространства

Общая схема предусматривает содержание только одного вида животных (кошки, собаки) на одной территории.

У каждого животного будет ошейник, в котором будет находиться идентификационный чип. По данной метке в базе данных привязывается соответствующая индивидуальная карточка животного, заполняемая при поступлении в приют. Это поможет настроить индивидуальную выдачу питания, так как корм будет подаваться каждому животному только тогда, когда он подходит к устройству, оснащенному считывателем.

В зоне туалета предполагается оборудовать индивидуальные домики с подстилками со специальными датчиками, при помощи которых будет определяться степень загрязнения подстилки, в следствие чего будет производиться её автоматическая замена.

Также рассматривается организация зон с разными температурами, для создания более комфортных условий для животных. Так как некоторые предпочитают жару, а некоторые холод.

Зона игры будет являть собой просторное место, где можно будет побегать, попрыгать, также там будут всякие «игрушки».

Зоны личного пространства представляются мини-вольерами. Вход и выход животного контролируется, чтобы не допускать «чужих», а также изолировать не приспособленных к социальной жизни по тем или иным причинам.

Таким образом, разработанный прототип при внедрении его в работу приютов позволит обеспечить наиболее комфортные условия для животных. Кроме того, автоматизация рабочих процессов позволит также снизить нагрузку на персонал приютов.

Автоматизация параметрического моделирования в машиностроительном производстве

Геращенков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Прудников В.А.
МАИ, Москва
oneg.m@yandex.ru

Параметрическое моделирование — это проектирование модели объекта с использованием параметров и соотношений между параметрами её элементов. При помощи параметрического моделирования возможно за короткий период опробовать различные конфигурации геометрического соотношения и изменения параметров модели, проанализировать различные конструктивные схемы, внести необходимые корректировки и избежать дальнейших ошибок. Параметрическое трехмерное или двумерное моделирование значительно отличается от обычного черчения или 3Д-моделирования. В случае с параметрическим моделированием создается математическая модель с параметрами,

изменение которых приводит к взаимному перемещению деталей системы, изменению состояния деталей и другим событиям.

Помимо деления на двумерное и трёхмерное твердотельное параметрическое моделирование существует деление на следующие типы параметризации.

Табличная параметризация. Суть табличной параметризации заключается в создании таблицы параметров типовых деталей. Преимущество данного подхода позволяет существенно упростить и ускорить создание библиотек стандартных и типовых деталей, а также их применение в процессе конструкторского проектирования. Недостатки подхода заключаются в ограниченных возможностях табличной параметризации, поскольку задание произвольных новых значений параметров и геометрических отношений обычно невозможно.

Геометрическая параметризация. Идея геометрической параметризации заключается в том, что параметры элементов рассчитываются в зависимости от параметров родительских, по отношению к ним, элементов. Такой подход обеспечивает простоту внесения изменений в модель на последующих этапах разработки.

Иерархическая параметризация заключается в том, что в ходе построения модели вся последовательность построения отображается в отдельном окне в виде «древа построения». Вся информация хранится в иерархической структуре, позволяющей проследить полную историю модификаций.

Вариационная или размерная параметризация основана на построении эскизов с наложением на объекты эскиза различных параметрических зависимых связей и ограничений. Вариационная параметризация позволяет легко изменять форму эскиза или величину параметров операций, что позволяет удобно модифицировать трёхмерную модель.

Для применения на производстве существуют программные обеспечения, относящиеся к классу САПР — системы автоматизированного проектирования. Различные САПР реализуют в себе перечисленные выше методы параметрического моделирования или их комбинацию. К этому классу программного обеспечения относятся: Unigraphics NX, CATIA, SolidWorks, AutoCAD, Solid Edge и другие.

Параметрические элементы могут отличаться по уровню сложности организации, а также иметь различные способы сопряжений и привязки к сборке Модели, создаются в определённой последовательности. Проводится анализ геометрии рассматриваемого изделия. Далее создаётся наиболее общая модель изделия. Назначаются формальные параметры модели, при изменение которых производится управление состоянием и трансформация модели.

Данный подход упрощает, ускоряет и делает более гибким процесс автоматизированного параметрического моделирования на производстве. В результате производственные процессы обретают дополнительные степени свободы, а конструкторы могут реализовывать множество инновационных изделий практически без ограничений.

Моделирование процесса формообразования заготовок в закрытых штампах

Голубинский Н.В.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
g_nicita_v@mail.ru

Цель работы:

Опираясь на научно-исследовательские материалы изучить принципы работы и устройства закрытого штампа. Далее путем расчетов найти необходимые параметры заготовки для штамповки, и создать 3D-модель штампа и заготовки в приложении Autodesk Inventor, наглядно иллюстрирующую их внешний вид. Создать анимированную сцену для визуализации и представления всего процесса штамповки.

Актуальность работы:

В настоящее время огромные обороты набирает направление 3D-моделирования. Оно используется во многих сферах деятельности, например, реклама и маркетинг, промышленная

сфера, медицинская сфера. При помощи 3D-моделирования можно значительно повысить качество работ (например, при проектировании квартир, помещений), улучшить качество обучения (показывая, например, объемные модели оборудования) и т.д.

Данная работа направлена на создание 3d модели штампа и моделирование процесса формообразования заготовки. Это наглядно покажет нам и другим людям, что такое штамповка и как выглядит процесс создания заготовки.

Задачи:

1) Получение теоретических знание об устройстве и принципах работы штампов.

2) Изучение программы Autidesk Inventor.

3) Возможность реализации данной работы в вышеупомянутой программе.

Гипотеза: визуализация процесса формообразования заготовки при использовании закрытого штампа для наглядного представления принципов работы и устройства.

Практическая значимость: данная модель наглядно показывает работу штампа и может использоваться на предприятии для проведения инструктажей, обучения, тренингов. Так же возможен предварительный анализ требуемой заготовки перед её непосредственным созданием.

Вывод: по завершению данной работы мы имеем трехмерную модель штампа и заготовки, а также процесс создания заготовки. Использование данной модели поможет нам понять возможность создания тех или иных деталей в закрытом штампе, какие особенности есть при формообразовании заготовок, и какие тонкости необходимо учитывать при использовании закрытого штампа.

Разработка мобильного приложения для банковской информационной системы

Горявин В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва
va.goryavin@gmail.com

Современные требования, предъявляемые финансовой отраслью к информационным системам таковы, что необходимо иметь быстрый защищенный доступ к информации из любой точки мира. Банковский бизнес не стал исключением. Беспрецедентный рост распространения мобильных устройств потребовал создания специализированных банковских приложений для мобильных устройств, чтобы дать пользователям возможность совершать различные операции с пластиковыми картами, получать информацию обо всех операциях по счетам и картам, осуществлять платежи, переводы и другие операции с помощью мобильного устройства. В результате такого технологического развития возникло новое направление банковских информационных систем — мобильный банкинг.

Основными преимуществами мобильного банкинга для кредитной организации являются:

• Возможность расширить географические границы обслуживания клиентов;

• Возможность объединять аналитические данные по всем клиентам и использовать эту информацию для более полного и детализированного удовлетворения потребностей клиентов (в отличие от супермаркетов, универмагов и других магазинов, которые собирают статистику о потребительских предпочтениях клиентов только тогда, когда покупатель совершает покупку, банки имеют более широкое представление о потребительском поведении своих клиентов – о том, что они покупают, и где им нравится делать покупки);

• Мобильный банкинг может предоставить клиентам банка возможность сравнивать варианты товаров в зависимости от времени и места совершения покупки. В то же время банк может предложить этим покупателям дополнительные услуги, такие как кредитование, лизинг или страхование;

• Банк может проводить различные маркетинговые кампании для клиентов, которые используют мобильное банковское приложение. Например, банк может точно определять местонахождение покупателя, чтобы делать соответствующие предложения каждому своему

клиенту, используя интерфейс мобильного приложения в качестве специализированной рекламной площадки в реальном времени.

Основные преимущества мобильного банкинга для клиента:

• Повсеместность и оперативность мобильного банкинга позволяет клиентам эффективно выполнять неотложные задачи, например, быстро реагировать на изменения фондового рынка независимо от географического положения клиента;

• Клиенты банка, которые ограничены во времени, получают возможность покупать любые товары в интернете, совершая денежные транзакции с помощью своего мобильного устройства, тем самым не тратя время на наличный способ оплаты;

• Мобильный банкинг предоставляет возможность постоянного доступа к личным денежным средствам, а также ко всему спектру банковских услуг. Это позволяет клиенту банка сэкономить массу времени, сократив до минимума посещения банковских отделений.

Мобильный банкинг с годами становится все более популярным. С увеличением разнообразия стационарных и мобильных платформ помимо нативных банковских приложений развиваются веб-приложения для онлайн-банкинга. С использованием автономных веб-приложений [1, 2] функционал мобильного приложения может быть представлен в виде веб-компонента работающего в среде стандартного веб-браузера или приложения-обертки для определенной платформы. Это позволит банкам предлагать своим клиентам услуги мобильного банкинга и экономить значительные средства на обслуживании клиентов.

Список литературы:

1. Гинзбург И. Б. Концепция построения распределенных систем информационной поддержки технического обслуживания аэрокосмической техники с использованием функционально насыщенных веб-клиентов // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. №5. С. 159-161.

2. Гинзбург И. Б. Состав и архитектура взаимодействия модулей функционально насыщенного автономного веб-приложения для распределенных систем информационной поддержки различных этапов жизненного цикла аэрокосмической техники // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. №6. С. 130-133.

Разработка электронного обучающего сервиса

Гущин Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семёнов Г.Е.
МАИ, Москва
zigi98@bk.ru

В последние годы происходит бурное развитие в сфере телекоммуникаций и информационных технологий, что позволяет сейчас применять их к процессу дополнительного образования. В настоящее время частой практикой становится использование услуг преподавателей помимо учебных заведений, как лицом к лицу, так и с помощью интернета. Данным сервисом сможет пользоваться как ученик для самостоятельного изучения материала, так и учитель для более простого контроля за выполнением поставленных задач учащемуся.

Html — язык гипертекстовой разметки, с помощью которого будет разрабатываться значительная часть фронт энда сервиса.

CSS — условный язык, служащий для описания внешнего вида создаваемой страницы.

PHP — Язык программирования используемый для создания динамического веб-сайта, генерации html страницы на веб-сервере и работой с базами данный.

MySQL — реляционная система позволяющая управлять базами данных, в которых будет храниться значительная часть информации сервиса.

При любом обучении или закреплении информации существует потребность в контроле собственных знаний. В данном проекте эти задачи можно будет осуществить с помощью

контрольных вопросов, тестов и практических заданий, а также обратной связи с преподавателем.

Осуществить данный функционал можно путем создания баз данных, в которых будут храниться банки вопросов, заданий и ответов к ним для каждой пройденной темы. Так же для обеспечения обратной связи будет создан чат, для разъяснения вопросов в случае непонятности решения и реализована система контроля выполнения задания, сайт будет автоматически проверять задания, что значительно ускорит процесс проверки, а также будет реализован своего рода дебагер, который будет показывать место, в котором была допущена ошибка. Преподаватель сможет расширять базу заданий, создавая новые по заданному шаблону.

В совокупности весь вышеперечисленный функционал должен упросить закрепление полученной информации, а также упростить и автоматизировать проверку выполненных заданий.

Моделирование системы рекуперации электромобиля

Демидов А.Е.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Вышков Ю.Д.
МАИ, Москва
1110ostasch69@gmail.com

В мире ведутся интенсивные исследовательские работы по совершенствованию электромобилей, приходящих на смену автомобилям с двигателями внутреннего сгорания. Требуют решения ряд проблем: увеличение пробега, увеличение сроков эксплуатации аккумуляторной батареи, работающей в режиме постоянного разряда и заряда, проблема эффективной рекуперации энергии торможения, выделяемой в течение короткого времени, измеряемого секундами. За столь короткое время кинетическую энергию торможения, преобразованную в электрическую, не удаётся сохранить в аккумуляторной батарее, заряд которой происходит в результате не слишком быстрой химической реакции. В работе в операционной среде Simulink, Sim Power Systems построена имитационная модель электропривода электромобиля при совместном использовании аккумуляторной батареи и суперконденсатора в режимах пуска и разгона и в режиме торможения с рекуперацией. Рассматривается модель с электрической машиной переменного тока в режиме двигателя при пуске и разгоне и в режиме генератора при торможении. При пуске и разгоне используется преобразователь постоянного напряжения аккумулятора и суперконденсатора в переменное напряжение питания двигателя и преобразователь переменного напряжения генератора при торможении с рекуперацией в постоянное напряжение заряда суперсонденсатора.

Приведена имитационная модель электропривода. Представлены осциллограммы изменения угловой скорости электродвигателя при пуске из неподвижного состояния и разгоне до номинальной скорости при питании привода от аккумулятора и от комбинированного источника с аккумулятором и суперконденсатором. Сопоставление осциллограмм показывает существенное сокращение времени разгона из неподвижного состояния до номинальной угловой скорости. Осциллограммы зарядного тока суперконденсатора при рекуперации энергии позволяют оценить энергию, сохраняемую при различных режимах торможения.

Разработка, реализация и внедрение системы автоматизации взаимодействия виртуального оператора связи с поставщиком телекоммуникационных услуг

Демин И.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Чернышов Л.Н.
МАИ, Москва
ivadin@rambler.ru

Данная работа посвящена проблеме автоматизации бизнес процессов и ускорения обработки больших объёмов данных для реализации поставленных задач. Современный бизнес — процесс постоянного взаимодействия. Сегодня это взаимодействие невозможно представить без использования информационных технологий. В мире, где так высоко ценится информация, которая, к тому же, постоянно растет в объеме, возникает необходимость в разработке информационных систем для увеличения скорости её обработки и анализа. Современные средства и методы решения производственных и пользовательских задач позволяют создавать программное обеспечение, которое облегчает труд человека и повышает производительность за счет автоматизации рутинных процессов, что в свою очередь сказывается на прибыли компаний.

При работе в сфере телекоммуникационных услуг приходится обрабатывать огромное количество персональных данных клиентов, которые нужно предоставлять операторам связи и хранить их для отчетности. Помимо их хранения, нужно постоянно вносить, изменять и поддерживать актуальность этих данных, порой даже не в одной системе. Однако не всегда партнеры предоставляют отдельный API для автоматизации работы. При больших объемах обрабатываемых данных работа с ними становится сложнее и требует значительных временных затрат и людских ресурсов.

Цель данной магистерской диссертации — разработка, реализация и создание гибкой системы, которая позволит автоматизировать бизнес-процессы компании, учитывая все сложности и особенности работы с бизнес-партнерами.

Система должна предоставить возможность хранить данные в одном месте, иметь к ним удаленный доступ, автоматизировать работу с персональными данными пользователей, учитывать то, что отдельного API для работы с ними нет. Это, в свою очередь, увеличит производительность и автоматизирует значимые бизнес-процессы.

Задачи, которые будет решать система:

1. Автоматизация и минимизация работы менеджеров;
2. Покрытие необходимых сценариев работы;
3. Устойчивость и сохранение целостности данных при нестабильной работе сети;
4. Разделение прав использования;
5. Сведение к минимуму участия программистов в бизнес-процессе.

В системе будут реализованы следующие функции:

1. Корректно работать вне зависимости от браузера и операционной системы;
2. Хранение, загрузка, выгрузка данных;
3. Уведомление менеджеров о произошедших ошибках;
4. Устойчивость к нестабильной работе сети;
5. Предоставление различных уровней прав на функции системы.

В магистерской диссертации рассмотрена разработанная система автоматизации бизнес-процессов, описаны методы и технологии, которые позволяют повысить эффективность взаимодействия с поставщиками телекоммуникационных услуг, не предоставляющих отдельного интерфейса взаимодействия. Проведена оценка и анализ внедренной системы, подтверждающая повышение эффективности.

Список литературы:

1. Two Scoops of Django 1.11 / Одри Рой Гринфельд: 2017 — 556 с.
2. Райан Митчелл Скрапинг веб-сайтов с помощью Python. — М.: ДМК Пресс, 2016. — 280 с.
3. Эл Свейгарт: Автоматизация рутинных задач с помощью Python. Практическое руководство для начинающих — Диалектика, 2018 г. — 592 с.
4. High Performance Django / Ян Мале, Питер Баумгартнер — 2014 — 250 с.
5. Документация Sencha [Электронный ресурс] — https://docs.sencha.com/
6. Документация Scrapy [Электронный ресурс] — https://docs.scrapy.org/

Описание стандартов ECMAScript 2019–2020

Дмитраков С.А.
Научный руководитель — Новиков А.Ю.
МАИ, Москва
ser.dmitrakoff@gmail.com

Невозможно представить современный интернет без ярких и красивых динамических веб-страниц. Скриптовые языки внесли неотъемлемый вклад в разработку веб-проектов. Благодаря им, большинство действий в интернете, такие как отправки и получение сообщений или незаметное обновление, стало обыденностью. Во многом это заслуга лидера среди скриптовых языков — JavaScript.

JavaScript является универсальным языком программирования, в котором нет особых различий в парадигмах, т.к. он позволяет писать в таких стилях, как объектно-ориентированный, функциональный, императивный и других. Это и повлияло на простоту его изучения и применения, и именно с этой целью он создавался.

В настоящее время мир JavaScript, как и мир фронтенд-разработки движется вперед с очень высокой скоростью. Постоянно появляются новые инструменты и средства разработки, чтобы обеспечить разработчикам максимальный комфорт в работе. Вышедшая относительно недавно Node.js вывела клиентский JavaScript за переделы браузера и предоставила совершенно новые возможности для разработки.

JavaScript огромными шагами покоряет мир веб-технологий. Он не просто чрезвычайно популярен, а претендует на звание самого универсального языка программирования.

Чем мог похвастаться JavaScript за 2019 год:

• Разработка веб-проектов на клиентской и серверной частях.

• Писать утилиты командной строки.

• Создание «без серверных» функций.

• Создавать мобильные приложения и приложения под Desktop.

• Работать с огромным количеством приложений, имеющих JavaScript API, например, Microsoft Excel.

Изначально JavaScript создавался как скриптовый язык для Netscape Navigator. Далее для стандартизации был отдан в ECMA International. Это привело к рождению нового языкового стандарта, известного как ECMAScript.

После публикации первого стандарта в 1997 году, ECMAScript вырос до одного из наиболее широко используемых языков программирования общего назначения. Он стал наиболее известен как браузерный язык, но также имел широкое применение.

ECMAScript2015 (ES6) вышел в свет в 2015 году и принес много интересных и полезных новшеств, которые значительно могут облегчить разработку веб-проектов. Однако, не все браузеры стремятся переходить к новому стандарту сразу после его выхода. Поэтому приходится использовать программы-транспайлеры, такие, как Babel, которые конвертируют код из нового стандарта в старый.

После ES6 стандарты стали выходить ежегодно и с этим появляются сложности в освоении новых инструментов веб-разработки, но на сегодняшний день те проекты, в основе которых не лежат новейшие технологии разработки, с каждым днем все больше теряют свою актуальность.

JavaScript в 2020 году — это стратегический навык. Даже если он не нужен вам прямо сейчас, то наверняка понадобится чуть позже.

Список литературы:

1. Описание стандарта ECMAScript2019. / URL: https://medium.com/@meguskov/%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%B8-javascript-2019-ecmascript2019-es10-be7513a5d8dd
2. Ожидаемые нововведения в ECMAScript2020. / URL: https://tdd.github.io/confoo2018-es2020/#/mainTitle
3. Будущие операторы в JavaScript. / URL: https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/353446/
4. Сопоставление шаблонов в ECMAScript. / URL: https://ponyfoo.com/articles/pattern-matching-in-ecmascript

Моделирование процессов изготовления зубчатых передач для авиастроительной отрасли

Домнышев А.А., Бессуднов А.В.
Научный руководитель — Ягопольский А.Г.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
domnyshev_andrev@rambler.ru

Зубчатые передачи играют важную роль в любой отрасли машиностроения, их используют для передачи вращательного движения между валами, а также преобразование вращательного движения в поступательное и наоборот. В авиастроении зубчатые передачи встраиваются в приводы и редукторы, например, в систему управления механизации крыла. Активно используются скоростные зубчатые передачи, окружные скорости зубчатых колес которых достигает 100 м/с при большом передаваемом моменте. Основной эксплуатационный показатель таких передач — плавность хода: передача работает без ударов и вибрации, что может быть достигнуто при минимальных погрешностях формы зубчатых колес и их взаимного расположения.

В настоящий момент существует большая разновидность зубчатых передач, а также технологий их изготовления. В нашей работе мы рассматривали моделирование процесса изготовления конических зубчатых колес с косыми и криволинейными зубьями на трех и четырёх осевых фрезерных станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Данный процесс можно подразделить на четыре этапа:

1. Трёхмерное моделирование зубчатых колес. Существуют как специализированные программы (Gear Generator, Gearotic, Spiralbevel), так и встроенные в САПР (система автоматизированного проектирования) процедуры (Autodesk Inventor, DSS Catia, Аскон КОМПАС).

2. Моделирование пятна контакта. Аналогично, существуют специализированные программы (Spiralbevel, 3D gear modeling) и встроенные в САПР процедуры.

3. Подготовка УП (управляющей программы) для станка с ЧПУ. Существует множество систем для автоматизированной подготовки управляющих программ (CNC Software MasterCam, СПРУТ технология SprutCam). Многие САПР также имеют модуль для автоматизированной подготовки УП.

4. Моделирование процесса обработки на фрезерном станке с ЧПУ. Для изготовления колеса использовалась виртуальная модель трех осевого фрезерного станка с ЧПУ, для шестерни — трех осевого с дополнительной осью для вращения заготовки. Моделирование процесса может осуществляться в вышеуказанных системах для автоматизированной подготовки управляющих программ или в модулях САПР.

Нами были использованы программы Autodesk Inventor и SprutCam, процесс обработки был успешно получен. В отличие от традиционных методов изготовления зубчатых передач нам не требуются специализированные станки для обработки зубьев (Gleason — США, Klingelnberg — ФРГ).

Список литературы:

1. Кузнецов П.М., Москвин В.К., Федоров В. А. Информационная среда сопровождения технологических процессов в машиностроительном производстве // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки 2017. — Т. 22, № 1. — С. 56 — 59

2. Усов С. В., Свириденко Д. С., Кузнецов П.М. Информационное обеспечение конструкторско-технологического проектирования с учетом трибологических характеристик поверхностного слоя деталей машин // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2015. — № 1(157). — С. 46 – 49

3. Расчет и конструирование станков: учебник для студ. учреждений высш. образования / Л.И. Вереина, А.Г. Ягопольский; под ред. Л.И. Вереиной. — М.: Издательский центр «Академия», 2014. — 272 с.

Применение нейронной сети BERT для решения задач по обработке естественного языка

Донковцев В.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семёнов Г.Е.
МАИ, Москва
vadim.donkovtsev7@gmail.com

В настоящее время остро стоит необходимость разработки вопросно-ответных систем и совершенствование понимания пользовательских поисковых запросов. В таких системах эффективно учитываются связи между словами построенных по принципам ассоциативных семантических сетей. Одной из таких систем является BERT- нейронная сеть, созданная компанией Google. Данная система является языковой моделью, которая показала высокие результаты на целом ряде задач. В переводе на русский язык аббревиатура BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) означает метод обработки естественного языка, основанный на использовании нейросетей новой архитектуры для работы с последовательностями, известными как «трансформеры». BERT предлагает двунаправленную контекстно-зависимую обработку. Это значит, что языковая модель учитывает в определении контекста конкретного слова то, что стоит в предложении перед ним и после него. Однонаправленная учитывает только слова, которые стоят перед этим словом. [1] Например, в предложении «I bought an interesting thing at the shop» однонаправленная языковая модель представит слово «thing» относительно «I bought an interesting», а двунаправленная — «I bought an interesting … at the shop». Данная языковая модель позволяет уловить логические связи между предложениями, например, следует ли одно предложение за другим или эта связь является случайной. В докладе рассматриваются преимущества BERT на практике:

– достижение самых современных результатов в 11 задачах понимания естественного языка по сравнению;

– улучшенное понимание пользовательских запросов по сравнению с другими системами;

– процедура тонкой настройки модели, которая позволяет достигать эффективных результатов с минимальными корректировками входных данных для широкого круга задач включает: классификацию, вывод языка, семантическое сходство, ответы на вопросы[2].

В данной работе были рассмотрены особенности BERT, а также её практическое применение в следующих задачах: классификация текста и тонкая настройка данной модели для создания вопросно-ответной системы. Программы, показывающие применение рассмотренной нейронной сети в задачах NLP были написаны на языке программирования Python.

Список литературы:

1. Google AI представила BERT, метод предварительной тренировки для обработки естественного языка. https://tproger.ru/news/google-ai-bert-method/ (дата обращения 18.01.2020)

2. BERT Fine-Tuning Tutorial with PyTorch. https://mccormickml.com/2019/07/22/BERT-fine-tuning/ (дата обращения 05.02.2020)

Разработка системы хранения и администрирования задач с удобным пользовательским интерфейсом

Достойнов И.Г.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Чумакова Е.В.
МАИ, Москва
ilyadostoynov@gmail.com

Проблема организации и хранения личных и коллективных задач всегда была актуальна. С появлением информационных технологий в повседневной жизни людей, количество задач, с которыми необходимо работать и хранить сильно увеличилось. Это актуально для студентов, офисных работников и особенно бизнеса, начиная от индивидуальных предпринимателей, заканчивая корпорациями любой величины.

Хранить информацию в ежедневниках и записных книжках (даже электронных) с каждым годом становится все менее удобно из-за избытка задач в различных сферах деятельности. Так же часто возникают трудности в поддержке актуальной информации о текущих задачах внутри команд разработчиков, дизайнеров, др.

Цель этой работы состоит в создании системы упрощенного хранения, систематизации и работы с задачами пользователя или группы пользователей с интуитивно понятным и удобным интерфейсом. Для этого было разработано клиент-серверное web-приложение. Организация задач представлена в приложении как набор “досок” с “карточками”. Для интуитивного использования присутствует система drag-and-drop. А возможность работы с одной “доской” группой людей решает проблему актуализации текущих задач и планов.

Разработка приложения основывается на платформе Node Js, с использованием языка TypeScript. Для создания клиентской части приложения были использованы актуальные фреймворки, такие как ReactJS — для эффективного построения архитектуры приложения и возможности удобного использования имеющихся компонентов (например, карточки); Styled Components — для упрощения написания стилей; Webpack — для удобной работы с зависимостями. В качестве системы управления базами данных был использован PostgreSQL.

Разработанная система позволяет сократить время планирования и систематизации текущих индивидуальных или групповых задач за счет построения более эффективной и быстрой схемы работы с задачами. Кроме того, приложение позволяет хранить задачи из разных сфер деятельности, за чет системы досок, в одном месте, что обеспечивает целостность данных.

Разработка предиктивной модели для распознавания кардиологических заболеваний на основе записей ЭКГ и сопутствующих биологических показаниях с использованием нейронных сетей

Еремин М.Д.
МАИ, Москва
maxim.eremin.d@yandex.ru

Основным диагностическим средством сердечно-сосудистых заболеваний является электрокардиограмма, которая представляет собой двумерный график с осями x и y. На данном графике изображен полный цикл работы сердца. ЭКГ регистрирует электрические токи, возникающие при работе сердечной мышцы. С помощью записи активности этих токов можно получить информацию о частоте сердечных сокращений, физическом состоянии сердца, наличие аритмий, хронических и острых заболеваний. Данный график делится на шесть зубцов (P, Q, R, S, T, U). Каждый зубец показывает работу каждой части сердца — предсердия, желудочков, миокарда. Расшифровка таких кардиограмм значительно отнимает время у врачей, которое бы они могли потратить на лечение пациентов. С целью быстрой расшифровки ЭКГ можно использовать математические методы для расшифровки и предсказания тенденций развития заболеваний. ЭКГ можно считать за функцию временного ряда, которую можно предсказывать с помощью обычного анализа временного ряда или с помощью нейронных сетей. В данной работе предлагается метод распознавания и предсказания болезней на основе ЭКГ с помощью свёрточных нейронных сетей, использующих операцию свёртки для функционального преобразования временного ряда графика. На вход поступает ряд точек на двумерной плоскости. Поскольку сигнал с любого вида датчиков может быть зашумлен, будем использовать экспоненциальное сглаживание, позволяющее сгладить функцию и получить более точный и четкий график работы сердца. После получения более чистых данных в реальном времени набор точек (далее — вектор), передается на математическую модель, состоящую из 5 скрытых слоев нейронов. Если считать вместе с внешними слоями, то нейронная сеть будет иметь 7 слоев. В данном случае, такая модель будет являться самоорганизующейся, поскольку перед использованием такой модели её необходимо обучить. Для обучения использовались открытые данные записей электрокардиограмм различных пациентов. Всего анализу подверглись 11 классов сердечно-

сосудистых заболеваний. После обучения нейронной сети, количество ошибок на тестовых данных (данные, которые ранее модель "не видела") составило 3% при 18000 эпох обучения (одна эпоха — полный прогон всего набора данных от начала до конца и обратно).

Об опыте совместной разработки новой версии программной системы Sigma на основе веб-сервиса GitHub

Жеребцов Р.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва
R.Z.V@mail.ru

Учебная CAE-система «Sigma» [1], разработанная студентами кафедры № 609 Московского Авиационного Института, представляет собой программный комплекс с открытым кодом. Её прикладное назначение — определение методом конечных элементов напряженно-деформированного состояния плоского объекта.

Как и любой программный продукт, система нуждается в обновлениях и модификациях для расширения функционала, обновления внешнего вида, а также устранения всевозможных ошибок.

Поскольку система «Sigma» является открытой и доступной для перепрограммирования, студент имеет возможность изучать архитектуру программного комплекса, его основные модули, а также выступать в качестве разработчика, вносить свои предложения по дальнейшему совершенствованию функциональных возможностей, внешнего вида, внутреннего устройства системы и реализовать их.

Задачи по разработке новой версии CAE «Sigma» 7.4 были поставлены и разделены между группой студентов 4-го курса. Это предполагает организацию коллективной разработки: необходимо обеспечить параллельную работу между участниками проекта, возможность отслеживать внесенные изменения, поддерживать актуальность исходных файлов, а также организовать коммуникацию между участниками. Другими словами, необходимо использовать систему контроля версий (англ. Version Control System).

Под данные требования подошел GitHub — веб-сервис для хостинга IT-проектов и их совместной разработки, основанный на системе контроля версий Git. Он бесплатен для проектов с открытым исходным кодом, позволяет работать с историей версий, совершать восстановление или откат внесенных изменений в случае необходимости, имеет средства для предоставления документации, выпуска релизов продукта, обратной связи, отслеживания статистики.

Для удобства и простоты использования сервиса управление проектом велось через приложение на Windows под названием GitHub Desktop, обладающее простым и понятным графическим интерфейсом.

Проект «sigma-master» с исходными файлами CAE «Sigma» находится в хранилище, называемом репозиторием. Репозиторий представляет собой каталог файловой системы. Удалённым репозиторием называется хранилище, расположенное на сервере GitHub, локальным — на компьютере разработчика. Репозитории связаны между собой.

Основные функции и операции при работе над проектом:

• Commit — фиксация изменений локального репозитория на своем компьютере.

• Push — отправка изменений из локального репозитория в удалённый репозиторий, который расположен на сервере GitHub.

• Fetch — получение изменений из удаленного репозитория для сравнения и возможного последующего слияния.

• Merge — операция слияния. Применение изменений, совершенных в другом репозитории, текущим репозиторием. Также используется для слияния изменений, совершенных несколькими разработчиками в одной файле.

• Pull — комбинация двух предыдущих операций. Эта операция поможет избежать конфликтов версий файлов при отправке своих изменений в удалённый репозиторий.

Участники разработки могут просматривать любые изменения друг друга и оставлять комментарии под ними. При открытии любого Commit'а можно построчно сравнить версии файла и отследить, какие конкретно изменения были внесены.

Ещё один удобный и полезный инструмент разработки называется «Branch» или «Ветки». Он позволяет работать с несколькими версиями проекта одновременно. По умолчанию создается одна основная рабочая ветка — «master». В дальнейшем можно создать дополнительные ветки, например, чтобы тестировать программное обеспечение перед тем, как оно будет опубликовано в ветке master, или для одновременной работы с одними и теми же файлами. Таким образом, можно параллельно разрабатывать продукт и предоставлять его стабильную версию.

GitHub показал себя достаточно удобной платформой для организации совместной разработки в небольшой группе студентов. При работе с исходными файлами САЕ «Sigma» помогла возможность GitHub'а комментировать и отслеживать внесённые изменения, поскольку разработчики предыдущих версий системы оставили недостаточное количество комментариев в коде и не разработали соответствующей документации.

Список литературы:

1. Столярчук В.А. Программный комплекс как учебный объект разработки. // Программные продукты и системы, 2016, №1. С. 146-151.

Модульное обновление приложений на языке Python

Жовноватый К.Е., Геворгян С.А.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
kejikus@mail.ru

Язык Python сейчас достаточно популярен для разработки веб-приложений, причем достаточно больших и быстрых, чтобы поддерживать большую посещаемость и широкую функциональность приложения с минимальными сетевыми задержками. В таких условиях недоступность приложения из-за его долгого обновления может быть причиной потери большого количества прибыли компании, содержащей его. Поэтому возникает вопрос об ускорении времени обновления таких приложений без сбоев и без долгой перезагрузки сервера.

Решением этой проблемы может выступить специальный модуль на языке Python, который позволяет перезагружать модули сервера, не мешая его основной работе и не внося в его работу никаких ошибок, что позволит минимизировать или полностью исключить необходимость перезагрузки сервера для обновления функциональности приложения.

В основе разработанного Python-модуля лежат пакеты “importlib” и “watchdog”, последний из которых является единственной зависимостью, что позволяет использовать данный модуль в практически любом приложении, написанном на языке Python версии 3.6 и больше.

Архитектура модуля основывается на использовании возможностей модуля “importlib” для перезагрузки импортированных модулей, совместно с использованием callback-функций и кроссплатформенного модуля “watchdog” для отслеживания событий изменения нужных файлов без постоянной нагрузки на жесткий диск компьютера.

Совместно с хорошей основой архитектуры, модуль предоставляет легкое в использовании API, что позволяет внести лишь небольшие изменения в исходную программу для добавления поддержки модульного обновления.

На данный момент модуль полностью написан и находится в состоянии тестирования на различных видах приложений, после чего будет выставлен в открытый доступ на GitHub и занесен в менеджер пакетов Python.

Разработка информационной системы для редактирования пользовательских карт местности

Забелин М.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Лукин В.Н.
МАИ, Москва
mike.rzn@yandex.ru

Необходимость быстро строить и анализировать пространственные данные привела к созданию отдельного вида информационных систем — геоинформационных систем (ГИС). Информационные системы такого класса должны позволять хранить, просматривать, управлять географическими данными, а также анализировать их.

В работе представлена геоинформационная система, позволяющая работать с популярным форматом файлов фигур — Shapefile. Разработанная ГИС позволяет просматривать карты местности, соответствующие импортированным файлам, редактировать параметры содержимого этих файлов — географических фигур: точек, ломанных линий и полигонов, а также удалять и добавлять их.

С точки зрения реализации, разработанная информационная система является веб-ГИС (геоинформационной системой в сети интернет/интранет). Для упрощения создания каркаса веб-приложения был взят фреймворк Django с модулем GeoDjango на языке Python. Используется трехзвенная архитектура, включающая слой клиента, слой логики и слой данных.

В качестве клиента выступает браузер. Библиотека OpenLayers для языка Javascript позволяет создавать скользящие карты и использовать несколько слоев данных для отображения.

При создании слоя логики были использованы библиотеки, позволяющие упростить разработку, такие как mapnik (визуализация сегментов карты), gdal/ogr (чтение данных из файлов фигур и выполнение их конвертации из одного формата в другой). Так как объекты в импортированных файлах могут находиться в разных системах координат, было принято решение на стороне сервера работать только с системой геодезических координат WGS 84. Для этого при импорте файлов сначала происходит преобразование объектов в эту систему координат, а лишь затем их сохранение в базе данных.

Для хранения данных была выбрана реляционная СУБД PostgreSQL с расширением PostGIS, добавляющим поддержку географических объектов.

В качестве протокола обмена данными между компонентами был выбран TMS (протокол веб-службы сборных цифровых карт). Он ориентирован на доставку не всей карты сразу, а отдельных её частей по требованию.

Перевод баз данных формата dBase в открытые форматы баз данных на примере SQL с использованием языка программирования Python

Зенин К.И.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
goddnd@gmail.com

dBase (также стилизованная dBASE) была одной из первых систем управления базами данных для микрокомпьютеров и наиболее успешной в свое время. Система dBase включает в себя механизм ядра базы данных, систему запросов, механизм форм и язык программирования, который связывает все эти компоненты вместе. Формат файла dBase, файл.dbf, широко используется в приложениях, требующих простого формата для хранения структурированных данных.

Существует много различных версий данного формата. Формат являлся ведущим для использования баз данных в бизнесе в начала 1990-х годов

Задача перевода таких баз данных в БД открытых форматов, такие как, например, SQL, обуславливается устареванием формата dbf и его многоверсионностью, возникшей в связи с отсутствием централизованного контроля развития формата. Формат dbf до сих пор используется в разных госучреждениях (например, ФИАС Федеральной налоговой службы РФ) и в бизнесе, что заставляет содержать сотрудников, разбирающихся в этом формате. Открытые форматы баз данных имеют больше способов взаимодействия с данными со стороны.

Какие проблемы формата dBase можно решить переводом в SQL в частности:

1) Возможность использования на различных OS (dBase используется лишь на 32-х битной Windows, т.к. необходим DOS)
2) Невозможность создания доступа по API напрямую (только через связь с DBMS и ODBC источники)
3) Лишь один поддерживаемый язык программирования — dBase proprietary IDE (у SQL их более 10)
4) Отсутствие возможности хранения скриптов на стороне сервера
5) Отсутствие методов репликации

Перевод dbf-файлов в файлы SQL можно осуществить, используя язык программирования Python и его библиотеку dbfread. Существуют и другие библиотеки Python для работы с форматом dbf, такие как simpledbf или dbfpy, но у них есть свои ограничения. Например, simpledbf не может преобразовывать более 5 dbf-таблиц одновременно, dbfpy позволяет лишь читать и писать простые dbf-таблицы без возможности преобразования без использования других средств.

dbfread не имеет таких очевидных ограничений, поэтому использование этой библиотеки удобно для решения различных задач по преобразованию dbf баз данных в БД других форматов. Эта библиотека позволяет переводить в CSV, Pandas Data Frames и SQL напрямую, но в случае с SQL следует использовать пакет dataset для Python, чтобы снимать некоторые утверждения формата SQL для большего удобства программиста.

Использование программных продуктов, разработанных на языке Python для работы с файлами формата dbf достаточно удобно с точки зрения реализации, а также позволяет разрабатывать ПО как для персональных компьютеров, так и в виде интернет-сервиса, не внося кардинальных изменений в логику процесса преобразования баз данных

Разработка и проектирование интерьерного дизайна в среде компьютерного моделирования

Зиновьев Р.З.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
Zen99rom@mail.ru

Дизайн интерьера — это процесс формирования внутреннего пространства какого-либо помещения посредством манипулирования пространственным объемом, различными декоративными объектами, а также всевозможной обработкой поверхностей. Одной из главных особенностей дизайна является так называемое свойство стиля. Ведь именно благодаря стилю заказчик может объяснить, что ему хочется, а дизайнер в свою очередь, понимая какой стиль необходим, сможет предложить свои идеи и наработки по заказанному проекту.

Стиль дизайна — это основное, что необходимо учитывать при разработке и проектировании помещения, ведь от него зависит многое. К примеру, если заказчику нужен готический стиль — это означает, что дизайнеру необходимо использовать темные тона: черный, темно-серый, сапфировый, древесно-коричневый для окружающего интерьера. Свет также имеет огромное значение, ведь от количества источников света, мощности ламп, расположения его в пространстве, как раз и будет складываться требуемая от нас сцена. Планировка мебели имеет свое отдельное место: форма, расположение, заполненность,

благодаря этим качествам, разработчик сможет приблизиться к желаемому результату. Со временем стиль постоянно менялся и что было популярно раньше, сейчас стало серо и безвкусно. На данный момент современные дизайнеры выделили 5 основных правил, не придерживаясь которых, невозможно создать красивый, лаконичный и выразительный интерьер.

1. Простота и лаконичность форм.

Опытный дизайнер всегда старается избавиться от лишнего, наносного в своей работе. Поэтому форма и заполненность не должны затмевать содержимое интерьера, ведь все гениальное — просто.

2. Умеренный конструктивизм.

В хорошем дизайне функционализм всегда первичен, независимо от форм объекта. Он не должен поглощать эмоции и желания.

3. Возможное сочетание нескольких стилей, контаминация

Со временем становится все сложнее и сложнее встретить интерьер, созданный целиком в одном стиле. Дизайнеры все чаще комбинируют несколько различных стилей для придания многообразия мира, глубины и многогранности авторской идеи.

4. Свободные пространства.

Минимизация мебели в качестве декора, большие панорамные окна, сквозь которые проходит большее количество света, создание так называемого студийного пространства.

5. Отсутствие строгих рамок и канонов.

При создании интерьера не надо стремиться повторить то, что ты уже когда-то видел и тебе это запомнилось, основа создания красивый сцены — это вдохновение и личная фантазия разработчика.

Таким образом, обладая достаточными знаниями в области интерьерной визуализации, мы получаем возможность создать любую сцену, которую захочет увидеть от нас заказчик, проработанную в точности с его задумкой и требованиями. Тем самым можно смело сказать, что благодаря интерьерному дизайну заказчик может заранее увидеть помещение, наполненное различными объектами, рассмотреть их при различных источниках освещения, а также внести какие-то корректировки на стадии планирования своей квартиры.

Разработка калькулятора подбора, расчёта массы и норм загрузки ПНД труб для ОС Android

Зиянбетов И.Р.
Научный руководитель — Квашнин В.М.
МАИ, Москва
yoceuy@gmail.com

С каждым днем количество приложений на Android, помогающих людям в повседневных бытовых задачах возрастает. На сегодняшний день почти каждый человек регулярно пользуется такими встроенными в смартфон приложениями как калькулятор, прогноз погоды, заметки, карты, календарь, камера, хотя раньше для этого требовались отдельные устройства/приспособления.

Трубы ПНД — это современные пластиковые трубы, изготавливающиеся из полиэтилена низкого давления (ПНД), который производится промышленным методом полимеризации этилена при низком давлении.

SDR (Standart Dimension Ratio) — стандартное размерное отношение трубы, которое можно представить в виде отношения номинального наружного диаметра трубы к номинальной толщине стенки трубы.

При изготовлении, покупке и продаже ПНД труб перед производителями и потребителями стоит проблема, которая заключается в следующем: сырье закупается в килограммах, соответственно, проще всего продавать продукцию тоже в килограммах, но покупателю удобнее покупать в метрах, поскольку он не может знать заранее сколько килограмм содержится в одном метре трубы.

Ситуация также осложняется тем, что цена труб зависит от параметра SDR.

Почти все производители для решения этой проблемы используют файлы Excel, которые зачастую трудны для понимания, причем их же они загружают на свои интернет-магазины. Обычным покупателям это неудобно: нужно скачивать файл, где-то его открывать (удобнее всего это делать на ПК, но такая возможность есть не всегда), разбираться в самой таблице. Очевидно, что покупатель всегда захочет взять товар там, где его цена будет ниже, т. е. все описанные выше действия ему нужно будет повторить у каждого отдельного производителя. Самим производителям это тоже неудобно: таблицу нужно обновлять по мере обновления товаров, при её заполнении легко ошибиться, файл можно случайно удалить.

Решить эту проблему можно путем разработки калькулятора подбора, расчёта массы и норм загрузки ПНД труб для ОС Android. Для разработки приложения выбрана Java 8 и интегрированная среда разработки Android Studio. Такой выбор обусловлен тем, что в состав Android Studio входит:

1. ADV Manager (Android Virtual Device), который позволяет эмулировать запуск Android приложения на ПК быстрее, чем на физическом устройстве, при том что конфигурацию устройства можно настраивать;
2. Различные инструменты, которые идут в комплекте с IDE и не требуют установки дополнительных плагинов, один из них позволяет оценивать нагрузки на процессор, оперативную память, сеть в реальном времени;
3. Умный редактор кода, предоставляющий актуальное автодополнение, анализ кода, проверку ошибок; удобный отладчик, визуальный редактор макетов приложений, а также компилятор, который позволяет создавать APK файлы.

Это приложение будет иметь следующий функционал:

• Расчет цены трубы, при заданных пользователем: необходимого количества метров/килограмм, диаметра, SDR.

• Перевод заданной длинны трубы в массу и наоборот.

Таким образом, покупатель сможет оценивать стоимость продукта гораздо быстрее, ему больше не потребуется наличие ПК, не нужно будет разбираться таблицах: все будет просто и понятно. А производителю не придется больше заниматься переводом массы в погонные метры.

Методы и средства организации систем автоматического контроля уровня доступа транспортных средств с применением глубокого обучения

Золотов Д.В.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
zombibober@gmail.com

При въезде транспортного средства на охраняемую территорию водитель должен приложить бесконтактную карту к считывателю, после чего поднимается шлагбаум. Эта система обладает определенными недостатками:

• Процедура получения право проезда может занять от 3 до 10 минут.

• Может быть достаточно некомфортной для водителя при плохих погодных условиях (дождь и т.п.).

• Так же водитель может забыть или не иметь бесконтактную карту.

• Не производится никакой дополнительной верификации по внешнему виду.

Для автоматизации контроля доступа транспортных средств можно использовать искусственные нейронные сети. Основные способы верификации автомобиля — это распознавание автомобильного номера (Регистрационный номерной знак Российской Федерации). Для первичной дополнительный верификации с помощью открытых источников данных и автомобильного номера можно узнать цвет и марку транспортного средства. Для всех последующих верификаций будет использоваться изображение с камер.

Организация системы контроля управления доступа(СКУД) с применением нейронный сетей позволит не только увеличить скорость процесса проезда и сделает более комфортным для проезжающего, а также на основе такой готовой архитектуры (частью которой является видеокарты или NVIDIA Jetson Nano) позволит упростить на охраняемой территории применение технологии распознавание лиц. С помощью нейронных сетей СКУД будет контролируемым, т.к. решение о доступе будет приниматься системой на основании определенных правил доступа, а все зафиксированные события, например, выезды, въезды, отказы в доступе и другие, будут подробно протоколироваться.

Разработка систем автоматизированного проектирования на основе нейронных сетей

Зубарев А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МАИ, Москва
gamesaccountalex@yandex.ru

В наше время часто возникают задачи подготовки производства для изготовления деталей при наличии прототипа и отсутствии документации на них. В этом случае оказывается необходимым использование методик обратного проектирования. Такие ситуации возникают в случаях, когда, например, такие детали уже когда-то производились, но к настоящему времени остались лишь отдельные образцы при отсутствии технической документации, или при отсутствии по тем или иным причинам доступа к ней. Подобные ситуации могут возникнуть и при необходимости проведения анализа подобной продукции других производителей, например, предприятий–конкурентов.

Современная компьютерная техника существенно расширяет возможности проектировщиков за счет повышения вычислительной мощности и возможности эффективного использования современного программного обеспечения. Задачи обратного проектирования решаются на основе процессов формирования трёхмерных моделей реальных изделий. Информация о составе изделия получается путем объемного сканирования прототипа, а также получения дополнительной информации на основе лазерных измерительных устройств, координатно-измерительных устройств и, в отдельных случаях, компьютерной томографии.

В этих условиях важно значение приобретают вопросы обработки получаемой информации. Большие объемы данных, необходимость их сопоставления и нахождение правильного решения — вот не полный список задач, стоящих перед проектировщиком и которые необходимо ему решить. Эффективность подхода при решении поставленных задач определяется, прежде всего, правильным выбором методов обработки данных и принятии решений для получения работоспособных адекватных трехмерных моделей.

Проведенный анализ методов позволил выявить наиболее перспективный, в качестве которого выступает метод на основе нейронных сетей. На основе этого метода был построен процесс обратного проектирования с использованием экспертной системы с встроенным обучаемым и элементами искусственного интеллекта. Основной процедурой разработанной системы является генерация возможных вариантов частей или целых деталей изделия, ранжирование их по степени адекватности и предоставлению оператору системы принятие окончательного решения в условиях принятой однозначной оценки каждого из предлагаемых вариантов.

На основе проведения указанной процедуры происходит постоянный отбор лучших вариантов, которые составляют формируемую библиотеку, которая в свою очередь, является базовой информационной средой для последующей генерации новых вариантов и накопления удачных решений. Такой подход лежит в основе заложенного в систему процесса обучения.

Со временем, подобная система оказывается способной решать целый ряд творческих задач, обычно доступных только человеку-проектировщику, тем самым обеспечивая второй

режим работы — работа без эксперта, как полностью автоматическая информационная система. Использование на практике разработанной системы позволяет:

1. Снизить материальные затраты на процессы обратного проектирования;
2. Снизить требуемое количество проектировщиков;
3. Уменьшить длительность процессов анализа и принятия решения.

Информационная система была разработана на платформе Windows 10 и имеет собственный графический интерфейс пользователя.

Разработка платформы обработки сообщений в режиме реального времени

Иванов А.Л.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
whiteforest440@gmail.com

В нынешних реалиях общение между людьми переходит в социальные сети (vk.com, facebook.com) и мессенджеры (telegram, whatsapp). Подстраиваясь под потребности рынка, бизнес, от частных предпринимателей до крупных корпораций, мигрирует вместе со своими пользователями. Компании предпочитают вести деловую переписку с клиентами через обозначенные выше каналы связи, а форумы и телефонное взаимодействие отходят на второй план. Примерами могут послужить возможности мессенджера WeChat или платформы внутри Facebook Messenger.

Чем больше в компании появляется сотрудников и/или чем больше каналов связи она начинает использовать, тем острее встает вопрос о создании универсального способа обработки заявок. Необходима система, которая с одной стороны позволит клиенту пользоваться привычными ему социальными сетями или мессенджерами, не принуждая к регистрации на очередном ресурсе, а с другой абстрагирует сотрудника компании от внешних зависимостей в виде различных каналов связи.

Я предлагаю разработать и использовать для таких сценариев open-source платформу обработки сообщений, которая будет поставляться потребителю как коробочное решение. Платформа состоит из нескольких компонентов. Главный модуль отвечает за доставку сообщений от сотрудника до клиента и обратно, хранение данных, сбор аналитических данных и пр. Вспомогательные — за интеграцию с существующими каналами связи. Также будут предоставлен API для взаимодействия с главным модулем для разработки собственных вспомогательных модулей и библиотеки для популярных языков программирования с целью упрощения интеграции уже существующих веб-сервисов с главным модулем.

Разработка моделирующего комплекса, реализующего декодирование модулярного помехозащитного кода

Иванов В.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Инютин С.А.
МАИ, Москва
viktorivanov95@gmail.com

На современном этапе развития средств обработки информации все большую важность приобретают сложные территориально рассредоточенные информационные системы, базирующиеся на тесном взаимодействии вычислительной техники и средств передачи информации. Работоспособность таких систем зависит от достоверности ввода, хранения и обработки информации, а также от помехоустойчивости передачи её по каналам протяженностью сотни тысяч километров. Разработчики сложных информационных систем стремятся увеличить надежность и помехоустойчивость отдельных элементов систем (средств обработки информации, устройств памяти, ввода-вывода, модуляции-демодуляции и др.), причем даже при очень высокой надежности элементов необходимо использовать

общесистемные средства повышения помехоустойчивости. Основным средством обеспечения высокой помехоустойчивости сложной системы является введение избыточности, необходимой для обнаружения и исправления ошибок, возникающих при работе системы и её элементов. Теоретической базой эффективного использования вводимой избыточности является теория помехоустойчивого кодирования.

Данная научная работа посвящена анализу способов реализации декодирования модулярных помехозащитных кодов. На основании проведенного анализа был разработаны способы декодирования модулярных помехозащитных кодов синдромными методами, а также создан моделирующий программный комплекс, реализующий декодирование такого типа. Был сделан вывод о том, что модулярная арифметика является очень эффективным средством, позволяющим ускорять выполнение вычислительных операций над числами с большой разрядной сеткой за счет распараллеливания вычислений. Скорость выполнения операций прямо пропорционален количеству модулей. Тем самым модулярная система счисления обладает большими перспективами. Анализ модулярных операций показал, что операции именуемые модульными (сложение, вычитание, умножение, возведение в степень) обладают низкой сложностью реализации и возможностью распараллеливания вычислений, как в то же время немодульные операции обладают высокой сложностью.

Список литературы:

1. Инютин С.А. Исследование методов кодирования, декодирования помехозащитных кодов системы остаточных классов: диссертация кандидата технических наук: 05.13.13. — Алма-Ата, 1982. — 168 с.:

2. Инютин С.А. Теория и методы моделирования вычислительных структур с параллелизмом машинных операций: диссертация доктора технических наук: 05.13.01. — Москва, 2001. — 270 с.

3. Инютин С.А. Арифметико-логические основы вычислительных систем. — Сургут: изво РИЦ, 2001. — 126 с.

4. Инютин С.А., Пак ИТ. Контроль вычислительного процесса с использованием непозиционного кода. // Всесоюзная школа-семинар по вы¬числительным сетям/ ИППИ АН СССР. -М.: Наука, 1984. — С. 182–186.

5. Акушский И.Я., Юдицкий Д,И. Машинная арифметика в остаточных классах — М.: Советское радио, 1968.

6. Амербаев В.М.Теоретические основы машинной арифметики. — Алма-Ата: Наука, 1976.

7. Дерябин М. А., Зайцев А. А. Использование модулярной арифметики для ускорения выполнения операций над числами большой разрядности 2013.

8. Кук Д. и др. Компьютерная математика. — М.: Наука, 1990. — 384 с.

9. Акушский И.Я., ЮдицкийД.И. Машинная арифметика в остаточных классах. — М.: Советское радио, 1968, — 440 с.

10. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Том. 2. — М.: Мир, 1977. — 724 с.

11. Амербаев В. М. Теоретические основы машинной арифметики. — Ал¬ма-Ата: Наука, 1976. — 320 с.

Исследование критериев оценки качества прогнозирования интегрального показателя риска в системах топливного энергетического комплекса

Игнатов С.В., Редько М.Ю., Лоскутов Д.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Нагибин С.Я.
МАИ, Москва
st.ig@mail.ru

Цель работы.

Получение представления о существующих критериях оценки качества прогнозирования и формирование выводов о возможности их применения в системах топливного энергетического комплекса, либо создания новых критериев, адекватно оценивающих качество прогнозирования.

Актуальность работы.

Топливный энергетический комплекс является опасным производственным объектом, как правило, это сложная система, которая состоит из отдельных структурных элементов, деталей, агрегатов т. д. Риски отказа устройств технологического комплекса, а также риски нарушения всего технологического процесса создают возможность нарушения производственной безопасности данного предприятия. Реализация такой возможности чревата возникновением аварий, опасных инцидентов и происшествий на предприятиях нефтегазового комплекса, приводящих к денежным потерям, локальным экологическим бедствиям, подвергающих опасности жизни людей. Поэтому оценка качества прогнозирования интегрального показателя риска актуальна и имеет практическую значимость.

Задачи:

1. Исследование алгоритмов оценки качества прогнозирования, обзор инструментов, позволяющих произвести оценку прогноза интегрального риска.

2. Сравнение и выявление недостатков существующих критериев оценки прогнозирования.

3. Формирование выводов о возможности их применения в системах топливного энергетического комплекса, либо создания новых критериев, адекватно оценивающих качество прогноза.

Гипотеза: возможно разработать объективный критерий оценки прогнозирования рисков конкретного предприятия.

Практическая значимость: данное исследование состоит в получении сведений о существующих методах оценки качества прогнозирования и их применимости относительно оценки прогноза интегрального риска на предприятии топливного энергетического комплекса.

Основная часть

Существуют стандартные методы оценивания прогноза. Среди таких можно отметить коэффициент детерминации (R^2), средняя процентная ошибка (Mean Percentage Error — MPE), средняя абсолютная процентная ошибка прогнозирования (Mean Percent Error — MAPE), симметричная средняя абсолютная процентная ошибка прогнозирования (Symmetric MAPE — SMAPE), средняя абсолютная ошибка прогнозирования (Mean Error — MAE), средняя абсолютная масштабированная (относительно среднего уровня ряда) ошибка (scaled MAE — sMAE), квадратный корень средней квадратичной ошибки прогнозирования (Root Mean Squared Error — RMSE), средняя абсолютная масштабированная ошибка (Mean Absolute Scaled Error — MASE), расстояние Кульбака — Лейблера (Kullback — Leibler divergence — KL divergence).

Исследование показало, что все представленные критерии имеют значительные недостатки при использовании их в оценке прогноза интегрального риска.

MAPE и MPE в своих вычислениях требуют деления на фактические значения, поэтому они чувствительны к масштабу. Например, если фактические значения стремятся к малым значениям, то значение коэффициентов становится в разы больше. При использовании MAPE для сравнения точности методов прогнозирования, мы часто будем приходить к тому, что критерий систематически будет делать выбор в пользу метода, чьи прогнозы являются слишком низкими.

Используя SMAPE, мы получаем смещение в сторону завышенных прогнозов.

Проблема MASE также как MAE и KL в том, что их тяжело интерпретировать, т. е. получаемое число не показывает конкретно плохой прогноз или нет. Поэтому для того, чтобы сделать какие-то выводы по результатам данных критериев, необходимо производить дополнительные вычисления.

Для sMAE на итоговое значение может влиять тренд в ряде данных. Так же этот показатель никак не ограничен сверху.

В RMSE из-за квадрата в формуле зачастую получаются большие выбросы. Поэтому предпочтение не редко отдаётся менее точным моделям, которые посредственно прогнозируют данные, но не допускают ни одной большой ошибки.

Для R^2 сколь угодно малое горизонтальное смещение прогноза провоцирует сильное изменение оценки этого прогноза в худшую сторону, хотя зрительно спрогнозированные значения близки к настоящим данным.

Учитывая данные недостатки стандартных критериев, можно сделать вывод о неприменимости их в условиях поставленной задачи и о необходимости разработки нового критерия оценки прогнозирования.

Вывод:

Были проведены исследования, которые показали необъективность существующих критериев оценки прогнозирования, сформулированы выводы о необходимости создания нового критерия.

Использование программной платформы Unity как средства визуализации результатов инженерного расчёта

Игуменцев И.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
igumentsev.ilya@mail.ru

В настоящее время существует множество программных решений для визуализации инженерных данных, отдельных типов задач подобного рода, доступных для тех или иных операционных систем.

Среда разработки Unity, как и любая другая, включает в себя текстовый редактор, транслятор, средства автоматизации и отладчик, но отличительной её чертой являются наличие визуальной среды разработки, мультиплатформенная поддержка, что позволяет значительно упростить и ускорить работу пользователя, а также её специализация на создании приложений, отвечающих за отрисовку виртуальных объектов и их поведения с помощью встроенного в среду программного обеспечения физического моделирования PhysX компании Nvidia.

Изначально разрабатывалась для создания компьютерных игр, но позже с развитием используемых в ней технологий нашла свое применение во множестве других отраслей: машиностроении, кинематографе, архитектуре, включая приложения дополненной и виртуальной реальности.

Использование программной платформы Unity позволит разрабатывать приложения, легко адаптируемые для большинства современных операционных систем, а также в будущем для использования в составе web-платформ.

Целью работы является создание приложения на базе программной платформе Unity, графически отображающее на экране результат решения различных задач по расчету сопротивления материалов.

Для визуализации инженерных данных в рамках этой работы необходимо решить ряд задач следующего характера:

• Изучение и применение принципов работы программной платформы Unity при разработке программного решения;

• Реализация алгоритма расчета задач по сопротивлению материалов;

• Настройка параметров визуализации результатов расчета.

Для реализации данного проекта использовались следующие компоненты:

• Интегрированная среда разработки Unity

• Microsoft Visual Studio с поддержкой C# для создания скриптов

• Система управления версиями

Получаемое программное решение предназначено для пользователей, работающих в разделе технической механики сопротивление материалов, преимущественно для начинающих инженеров.

В дальнейшем, полученные результаты возможно интегрировать в web решения.

Список литературы:
1. Хокинг Дж. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C# — СПб.: Питер, 2016. — 336 с.
2. Торн А. Искусство создания сценариев в Unity — Мск.: ДМК-Пресс, 2016. — 360 с.
3. Троелсен Э., Джепикс Ф. Язык программирования C# 7 и платформы.NET и.NET Core — Мск.: Диалектика, 2020. — 1328 с.

Редукционный алгоритм восстановления k-однородных гиперграфов из векторов степеней вершин

Ирбитский И.С., Анциферов А.А., Шаврин К.А.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
castlingcheckmate97@gmail.com

Гиперграф — это обобщение графа, в котором каждое ребро может соединять не только две вершины, но также любые подмножества вершин. Гиперграфы находят своё применение в моделировании электрических цепей, а также при разработке баз данных.

Гиперграфы могут быть представлены в виде вектора степеней вершин (вектор целых неотрицательных значений, каждое из которых однозначно соответствует одной из вершин графа и указывает, сколько гиперребер (далее — симплексов) инцидентны этой вершине). Ставится задача восстановления исходного гиперграфа из вектора степеней вершин. Для решения поставленной задачи для однородных гиперграфов (такой гиперграф, в котором все симплексы соединяют одинаковое количество вершин) на данный момент найдены два алгоритма: жадный и редукционный.

Жадный алгоритм составляет симплекс из вершин, имеющих наибольшие степени, после чего проверяется, есть ли уже в гиперграфе такой симплекс. Если нет, он добавляется в гиперграф; при наличии такого симплекса, ищется возможность составить симплекс, которого в данный момент в гиперграфе ещё нет. В общем случае алгоритм работает (если гиперграф возможно восстановить из вектора, то он гарантированно будет восстановлен), однако, имеет высокую сложность и, как следствие, большое время работы на больших векторах.

В данной работе предлагается использовать редукционный алгоритм: сначала вектор степеней вершин сортируется по невозрастанию. Далее, для k-однородного гиперграфа фиксируются (k — 1) вершин со старшими степенями, а все оставшиеся вершины используются для составления симплексов, добавляемых в гиперграф. При обнулении старшей вершины, происходит сортировка вектора, и процесс продолжается до тех пор, пока вектор не обнулится. Алгоритм работает для случаев обычного графа и 2-комплекса (каждый симплекс объединяет 3 вершины). Поиск улучшений, приводящих к работоспособности алгоритма в общем случае, продолжается.

Результатом работы является клиентское приложение, способное восстанавливать гиперграфы из векторов степеней вершин, а также отображать их. Для каждой вершины есть возможность посмотреть инцидентные ей симплексы, и наоборот, посмотреть инцидентные симплексу вершины.

Разработка комплексной информационной модели изделия «отъемная часть крыла»

Исаев Р.Р.
Научный руководитель — доцент, Бутко А.О.
МАИ, Москва
rapгpa2011@mail.ru

Опросы ведущих мировых специалистов показывают, что ключевыми факторами успеха в современном машиностроительном производстве являются: снижение сроков выпуска продукции на рынок, уменьшение её себестоимости. Значительный рост производительности и функционала компьютеров и повсеместное распространение программного проектирования

и производства привели к тому, что конструктора могут использовать системы автоматизированного проектирования (САПР) для решения любых текущих задач, а не только для подготовки презентаций и иллюстраций, увеличив скорость и эффективность работника многократно. В настоящее время актуальным является комплексное проектирование в единой интегрированной виртуальной среде с охватом наибольшего числа этапов жизненного цикла изделия, что позволяет заметно повышать конкурентоспособность предприятий на мировом рынке.

С помощью комплекта САПР в моей работе, на основе комплекта чертежей и эскизов разработана конструкторская твердотельная модель изделия «Отъемная часть крыла» в натуральную величину. Отъемная часть крыла — (ОЧК) часть крыла, соединяемая при помощи разъемных узлов с центропланом или фюзеляжем.

Отъемная часть крыла состоит из кессона, двух съемных носков, хвостовой части и концевых обтекателей. Закрылок приводится в действие винтовым механизмом. На задней кромке консолей навешиваются элероны и внутренние закрылки (от 14-й до 20-й нервюры).

Основным силовым элементом ОЧК является кессон крыла, образованный лонжеронами и панелями. В кессоне расположены отсеки топливных баков.

После геометрического моделирования была создана технологическая модель изделия в среде структурно-параметрического моделирования (использован разработанный сотрудниками кафедры комплекс ПМК СПМ). Гибкая система параметризации ПМК СПМ позволяет формировать новые изделия на основе параметризованного, не меняя самого кода. Связь модели с технологией изготовления даёт возможность сразу получить необходимые расчёты и значения, учитывающие характеристики новой модели. В итоге формируется производственная спецификация, на основе которой возможно оперативно построить проект в Microsoft Project для оценки ресурсных и иных показателей процессов изготовления изделия.

Разработка автоматизированной системы управления производством с целью оптимизации процесса изготовления изделия типа «Переключатель»

Кабалин И.Ю.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Кузнецов П.М.
МАИ, Москва
kabalin.ivan@mail.com

Развитие науки и техники тесно связано с конкуренцией на рынке производства изделий аэрокосмической техники и информационных систем. Чтобы оставаться конкурентоспособными, предприятиям необходимо повышать собственную эффективность работы. Переход на автоматизированное управление является одним из основополагающих факторов, влияющих на их развитие. Суть данного перехода заключается в разработке и внедрении во все составляющие организационных структур информационных и телекоммуникационных технологий.

Автоматизация процессов формирования оптимальной последовательности прохождения обрабатываемых заготовок по рабочим местам (маршрут обработки) позволяет сократить время, затрачиваемое на обработку как одной заготовки, так и на партию. Следствием этого является сокращение времени изготовления изделий на предприятии, уменьшение себестоимости их производства, что приводит к увеличению конкурентоспособности изготавливаемой продукции, а, следовательно, к росту прибыли. Таким образом обеспечивается повышение конкурентоспособности предприятия в целом в условиях рыночной экономики.

Задача оптимизации маршрута обработки может быть решена путем систематизации и накопления данный об изготовлении типовых деталей и изделий, выпускаемых предприятием. Для этого необходимо существенное повышение уровня технического и информационного оснащении предприятия. Многие из предлагаемых на рынке программных продуктов способны помочь в решении вопроса заполнения баз данных. Одним из таких решений является использование программного комплекса NX Unigraphics, в котором, за счет

имеющихся модулей, возможно реализовать большое количество программ обработки для станков с числовым программным управлением. Полученный результат является основой подготовки данных.

Наличие готовых наработок, позволяет сформировать данные об обработке с использованием имеющихся библиотек NX Open API. С помощью данной библиотеки представляется набор инструментов и технологий, которые обеспечивают возможность получения доступа внешним приложениям к программной среде NX. Следствием чего, при использовании библиотеки NX Open, достигается доступ практически ко всем возможностям Unigraphics, что позволяет обрабатывать класс объектов, реализация которого возможна только программным способом.

Процессы оптимизации, используют математический аппарат, основанный на методах поиска оптимальных решений, в том числе целочисленное программирование, линейное и динамическое программирование, задачи исследования теории алгоритмов и теорией принятия решений.

Таким образом оказывается возможна разработка оптимальных технологических маршрутов изготовления новых деталей на этапе их проектирования.

Также, используя разработанную базу данных, возможно интегрировать созданную подсистему в систему цифрового производства.

Разработка клиентской части современных одностраничных веб-приложений

Кавандин Д.Е.
Научный руководитель — к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
xxxdaniilxxx_94@mail.ru

Сегодня для разработки клиентской части различных SPA (Single Page Application) веб-приложений используется множество различных программных платформ, предназначенных для упрощения этого процесса.

Начнем с того, что определим чем является одностраничное веб-приложение (SPA). Это такое приложение, основные компоненты которого загружаются на странице лишь раз, контент же будет меняться в зависимости от действий пользователя. Несомненным преимуществом одностраничного веб-приложения перед обычным веб-сайтом является скорость работы, кроссплатформенность и, потенциально, более отзывчивый интерфейс. Недостатком же может являться то, что не всегда возможно создать эквивалент веб-сайта в виде одностраничного веб-приложения или перенести весь функционал сайта на одну страницу.

Наиболее часто используемыми программными платформами или фреймворками для разработки одностраничных веб-приложений являются: React, Angular, Vue. Несомненным лидером будет являться React ввиду того, что его просто начать использовать, имеется виртуальная DOM (Document Object Model), позволяющей изменить только необходимый фрагмент кода HTML, избегая таким образом обновления всех тегов при поиске необходимого фрагмента, что в свою очередь благотворно сказывается на производительности. Хотя React имеет большую гибкость в использовании, однако требует достаточно много времени для его полного освоения. Другим популярным фреймворком будет являться Angular, который использует Model-View-Controller схему, может создавать одностраничные веб-приложения, разделяя данные приложения, логику и представления. Удобным в Angular также является и то, что присутствует очень подробная документация, облегчая тем самым работу с фреймворком. К сравнительно небольшим недостаткам можно причислить ошибки при переходе между версиями фреймворка, а также сложный синтаксис. Третий фреймворк Vue хоть и не сильно распространен имеет схожесть, как с Angular, так и с React, таким образом обеспечивается достаточно быстрый переход с одной программной платформы на другую. В тех или иных моментах Vue может уступать React или Angular,

однако представляет собой хороший инструмент при создании одностраничных веб-приложений.

Исходя из вышесказанного можно понять, что оптимальным при разработке SPA будет использование фреймворка React ввиду того, что он более гибок и универсален, а также имеет большую распространенность и поддержку, чем Vue.

Применение алгоритма двоичного разделения пространства для процедурной генерации замкнутых игровых локаций в видеоиграх

Казаков Т.Н.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
timkazakov.work@yandex.ru

Процедурная генерация игровых локаций в видеоиграх — это автоматическое создание различного рода объектов окружения, выступающие в качестве границ игровой зоны, за пределы которой игрок не должен заходить. В зависимости от типа создаваемого уровня в качестве таких объектов могут выступать дома, ящики, стены любого помещения и другие объекты, которые обычно создаются геймдизайнерами или художниками. Создание такого рода контента вручную, обычно требует в равной степени творчества и монотонности. Процедурная генерация позволяет освободить разработчиков от монотонной работы, таким образом, позволяя затратить все свободное время на творческие решения.

Двоичное разделение пространства — это метод разбиения определенной области на более мелкие части. По сути, берется определенная область, именуемая как «Лист» и делится случайным образом по вертикали или по горизонтали, образуя таким образом две области (листа). Далее данная операция повторяется для каждой из полученных после разделения областей, пока размер каждой области не будет меньше или равен максимальному значению. После этого в каждом листе формируются зоны, которые далее будут именоваться комнатами, случайного размера, которые не превышают размер области, в которой они создаются. Затем происходит соединение полученных комнат. Здесь на помощь приходит ранее сформированная структура листьев, по которой производится итеративный проход по листьям в поисках сформированных комнат, чтобы потом соединить соседние между собой, сформировав систему коридоров. Финальным штрихом является очистка границ листов, которые выступали в качестве вспомогательных элементов.

В отличие от прочих существующих алгоритмов у данного есть ряд преимуществ:

• Данный алгоритм универсален и может быть применен не только в двухмерном пространстве, но и в 3D, при введении в качестве аргумента дополнительной оси координат.

• В отличие от алгоритмов, связанных со случайным расположением объектов на игровой зоне, в данном алгоритме не требуется производить дополнительные проверки на пересечение объектов или выход их за пределы игровой зоны.

• Стоит также упомянуть, что благодаря данному алгоритму можно гарантировать равномерное распределение создаваемых областей по карте, что в свою очередь облегчит задачу их соединения между собой и позволит избежать изолированных зон.

Таким образом, алгоритм двоичного разделения пространства идеально подойдет не только для быстрой и качественной генерации уровней в игровых программных комплексах, но и для формирования эскизов планов помещений в современных CAD-системах.

Разработка микросервисной архитектуры веб-приложения (социальной сети)

Калинкин П.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
salvehnsc@yandex.ru

Цель данной работы — разработка серверной части программного комплекса, главной задачей которого является масштабирование приложения и распределение нагрузки на физические машины. В отличие от монолитной архитектуры, где весь функционал содержится в одной программе и сильно усложняет масштабирование приложения (вертикальное масштабирование), микросервисная позволяет создавать небольшие, связанные в логическую цепочку модули (микросервисы), работающие в изолированных средах (контейнерах) и облегчающие масштабирование приложения (горизонтальное масштабирование). Программный комплекс состоит из нескольких микросервисов:

API gateway сервис

Сервисы клиента базы данных для различных сущностей БД

Сервис базы данных

Сервис мониторинга состояния приложения

Для реализации данной системы была выбрана платформа Node.Js, React.Js, ОС Ubuntu 18.4, NoSQL MongoDB, средство контейнеризации Docker. При разработке системы была выполнена следующая работа: Выбор ОС для развертывания, выбор средства контейнеризации, выбор языка и платформы для разработки, конфигурирование виртуальной ОС Ubuntu и Docker контейнеров (параметров запуска), настройка связей микросервисов.

Система работает по следующему принципу: webpack сервер платформы React.Js проксирует запросы со стороны клиента на сервис API gateway, который в свою очередь обращается к сервисам-клиентам базы данных, работающих напрямую с сервисом БД. Микросервисы клиентов БД и API gateway обмениваются данными по средствам использования библиотеки Cote.js. При запуске программного комплекса производится широковещательная рассылка внутри сети с помощью библиотеки Cote.js, таким образом микросервисы выстраиваются в логическую цепочку, распределенную по пространству имен.

Использование данной схемы сильно облегчает развертывание системы за счет автоматизации выстроения логических связей между микросервисами, снижение нагрузки на каждый модуль, повышение отказоустойчивости, а также обеспечивает гибкую настройку системы.

Построение параметризированной комплексной модели изделия РКТ с инженерным расчетом в NX

Калитанов Н.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
nk94@yandex.ru

Построение параметризированной комплексной модели изделия РКТ с инженерным расчетом в NX

Структура разрабатываемого проекта:

Предмет исследования — создание модели изделия и проведение прочностного анализа.

Основные теоретические моменты работы:

• Конструкторское программное обеспечение для создания моделей (перечень различных систем и их плюсы и минусы);

• Выбор типа изделия РКТ;

• Методы построения модели;

• Параметризация;

• Проведение прочностного анализа;
• Проект производственного процесса.

Техническое задание. Подробное описание требований к модели.

Параметрическое моделирование или параметризация — моделирование (проектирование) с использованием параметров элементов модели изделия и связи между этими параметрами.

Комплексная модель — совокупность геометрической, инженерно-физической и информационной модели, создаваемая при совместном использовании специализированных, объектно-ориентированных инструментов моделирования, являющихся подсистемами одной интегрированной САПР (CAD, CAM, CAE, PDM, PLM).

Необходимо провести обзор имеющихся на рынке популярных САПР с возможностью создания комплексной модели и проведения прочностного анализа.

Взвесив все плюсы и минусы различных САПР, будет выбрана одна из систем для дальнейшей работы в ней.

Выбор изделия для моделирования.

Моделирование изделия с соблюдением принципов параметризации.

Проведение прочностного анализа.

Сравнение результатов прочностного анализа с требованиями по техническому заданию.

Создание проекта производственного процесса.

Заключение.

Подведение итогов. Во введении были сформулированы задачи. В заключении описание выполненных задач.

Программное обеспечение обработки данных для нахождения закономерностей

Каменев А.Р., Аверин А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
kamenev2901@gmail.com

Задачи анализа и обработки данных на сегодняшний день являются одними из наиболее актуальных и востребованных. Ежедневно различные источники информации генерируют огромные массивы новых данных, на основе которых можно вычислять статистические зависимости и прогнозировать дальнейшие изменения. Зачастую подобные вычисления являются регулярными и строятся по единому шаблону.

Целью работы является реализация набора программных модулей для обработки статистических данных, вычисления степени их связи и визуализации графиков на основе вычисленных функций зависимости.

Основная идея алгоритма заключается в линеаризации математических функций. Отталкиваясь от первоначального массива данных, который может быть массивом дат или порядковых номеров, он строит матрицу, которая может быть представлена в виде ориентированного ацикличного графа, и высчитывает функции соотношения выборок. При автоматическом просчете алгоритм строит максимальное остовное дерево на матрице зависимостей при помощи видоизмененного алгоритма Крускала. Матрица и функции могут задаваться пользователем через интерфейс и тогда они проверяются на корректность: функции проверяются на основе методов конечных автоматов, а матрица проверяется на ацикличность. Результатом работы алгоритма является матрица зависимостей, функции соотношений выборок, и прочую информацию о результате, а также объект, который требуется для прогнозирования и отображения данных в виде графиков.

Результатом работы алгоритма является матрица зависимостей, функции соотношений выборок и прочая информацию о результате, а также объект, который используется для прогнозирования и отображения данных в виде графиков.

Для реализации программного комплекса были использованы следующие технологии: для разработки используется язык программирования Python 3.7. За визуализацию отвечает графический фреймворк Qt и специализированная библиотека QCustomPlot. для построения графиков. Для большинства математических вычислений используется библиотека NumPy и стандартные средства Python.

Оконный интерфейс предоставляет доступ к основным функциям приложения и состоит из следующих элементов:

Табличный интерфейс для отображения статистических выборок. Также отображает результаты расчетов, формулы, высчитанные на момент обработки, а также коэффициент корреляции выборок.

Наборы графиков, построенные на основе табличных данных.

Приложение использует важный инструмент Qt — слоты и сигналы. Экземпляр главного окна приложения посылает сигналы элементу, отвечающему за основные расчеты. Помимо этого, в основу архитектуры системы заложен модульный подход, предоставляющий широкие возможности для расширения и доработки, а визуализация расчетов может выполняться по мере их обработки, обеспечивая равномерное распределение ресурсов компьютера и улучшение производительности главного окна.

На данный момент реализованы:

1) Модуль, отвечающий за автоматические расчеты.

2) Модуль, отвечающий за проверку корректности введенных пользователем настроек.

3) Класс, отвечающий за выдачу данных для визуализации данных.

4) Базовый интерфейс.

Приложение с выбранным стеком технологий позволяет использовать его на наиболее востребованных платформах. Обрабатываемые данные могут быть любой направленности и применяться в совершенно различных сферах.

Создание сферических панорам в среде компьютерного моделирования и использование их в ландшафтном дизайне

Карабач М.Т.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
max875@mail.ru

Сферическая панорама является разновидностью панорамных фотографий. Однако, в отличие от обычной панорамы, которая создает изображение с более широким углом обзора по горизонтали, сферическая позволяет передать полную картину окружающей среды, с которой возможно взаимодействовать.

Изначально, её созданием занимались профессиональные фотографы, использующие специальное оборудование (объективы, камеры, снимающие на 360 градусов), но технологии не стоят на месте и создать такую панораму возможно во многих трехмерных редакторах, например, 3Ds Max от компании Autodesk.

Самое простое использование 3D-панорамы — это размещение её на сайте, с целью подробной демонстрации трехмерной модели уже существующего или будущего архитектурного объекта, добавление к ней музыки, текста или ещё какого-нибудь рекламного оформления. Кроме того, из нескольких таких панорам возможно реализовать виртуальный тур, связав несколько панорам между собой с помощью ссылок-переходов. Все вышесказанное можно интегрировать с очками виртуальной реальности (VR), что позволяет быть в центре событий и смотреть что происходит вокруг, так называемый «эффект присутствия».

Основными преимуществами такого решения являются:

1. Дизайнеры могли бы представлять свои проекты заказчику, так скажем, с полным погружением.

2. Наглядность. С помощью сферической панорамы дизайнер может провести анализ, сконцентрировать внимание на мельчайших деталях, выявить недостатки и устранить их, что повысит качество проекта.

3. Заинтересованность потенциальных заказчиков. Размещая на сайте уже готовые реализованные проекты в виде сферических панорам, появляется возможность привлечь нового клиента за счет интересной и необычной подачи выполненных проектов. Человек может интерактивно изучить качество выполненной работы управляя обзором с помощью мышки. Это является мощным инструментом маркетинга, позволяющий показать продукт особым образом.

Таким образом, данная технология позволяет получить представление об архитектурном проекте, созданном в среде компьютерного моделирования. Такая интерактивная панорама дает возможность зрителю почувствовать не просто отдельные элементы, а в целом пространство, что невозможно показать с помощью обычной плоской фотографии.

Разработка клиентского интерфейса базы данных велозапчастей на основе Framework Laravel

Карлов А.А.
МАИ, Москва
alexander-karlov.karlov@yandex.ru

Разработчик электронной базы данных может достичь требуемого уровня посещаемости, используя следующие рекомендации:

предоставьте потенциальному покупателю несколько способов поиска нужных ему товаров;

продумайте классификацию предлагаемых товаров, сопроводив каждую группу товаров краткой характеристикой;

при использовании графических иллюстраций учитывайте скорость их загрузки;

обеспечьте посетителям легкий и удобный доступ к дополнительной информации по заинтересовавшему их товару;

не жалейте времени и сил на эстетическое оформление создаваемого узла.

Ход работы

Были проанализированы 10 интерфейсов базы данных велозапчастей и выявлены их основные элементы.

Базовые элементы — это элементы, которые необходимо реализовать в интерфейсе базы данных в обязательном порядке. Именно эти элементы формируют универсальную структуру интерфейса базы данных. К базовым элементам относятся:

Каталог. Каталог должен представлять собой максимально точную классификацию видов продукции по конкретным признакам и выполняемым функциям. Это необходимо для того, чтобы обеспечить пользователю наиболее быструю и точную навигацию по соответствующим разделам базы данных.

Элементы сортировки товара. Сортировка продукции может производиться по алфавиту, по цене, по рейтингу, по модели и т. д.

Фильтры для удобства поиска конкретного товара. Это могут быть диапазон цен, бренд, материал, цвет, наличие в магазине по конкретному адресу, наличие скидок и акций и т. д.

Флажки (check box). Используются в качестве дополнительных фильтров, например, “показать только товары со скидкой”, “показать только товары в наличии”.

Критические элементы — это элементы интерфейса, наличие которых зависит от конкретного требуемого функционала сайта (т. е. эти элементы могут оказаться полезными, либо же можно обойтись без них). К таким элементам относятся:

Элемент для выбора количества единиц товара, отображаемого на странице (по 25, 50, 75, 100 и т. д.). Обычно этот элемент представляет собой выпадающий список. Как показывает практика, посетители сайта довольно редко обращаются к данному элементу, поэтому его функционал остается невостребованным. Однако, данный элемент может оказаться полезным,

при низкой скорости загрузки мультимедийных объектов на сайт. Тогда следует указать минимальное количество единиц товара, отображаемого на странице.

Кнопки для выбора визуального отображения товаров (сетка, список). Данные элементы носят рекомендательный характер, так как большинству пользователей более привычно видеть отображаемые товары в виде сетки (по 3 — 4 единицы товара в ряд). Но, тем не менее, существует определенные процент людей, которые предпочитают просматривать товары в виде списка (единицы товара следуют одна за другой).

Получение более полной информации о товаре, при наведении на него курсором мыши (без перехода на новую страницу). С одной стороны, данная интерактивность страницы позволяет сэкономить время на переходах с одной страницы на другую. С другой стороны, появляющаяся текстовая область, при наведении на товар курсором мыши, может оказаться недостаточно емкой, чтобы поместить в нее всю необходимую информацию о товаре. Тогда открытие новой страницы, на которой будет размещён наиболее полный объем информации, будет более рациональным решением.

Онлайн-консультант. По большому счету, в любой базе данных должен быть указан контактный телефон, по которому клиент может позвонить и задать интересующие его вопросы. Но, тем не менее, есть клиенты, которым гораздо комфортнее общаться с продавцом-консультантом, обмениваясь текстовыми сообщениями, нежели разговаривать по телефону. Для таких случаев отлично подойдет онлайн чат.

Рекламные баннеры (ссылки на внешние ресурсы). Большие раздражающие рекламные блоки, которые перекрывают информацию на сайте, могут отпугнуть пользователей уже при первом посещении базы данных. К вопросу размещения рекламы нужно подходить с максимальной осторожностью.

Кнопка прокрутки страницы в начало, при значительной прокрутке экрана пользователем вниз.

Кнопка добавления товаров в “избранные” и кнопка добавления товаров в окно сравнений. Данный функционал может быть полезен, когда у пользователя есть необходимость добавить товары в закладки, чтобы вернуться к ним позже, и когда у пользователя возникает необходимость более тщательно сравнить один товар относительно другого. Однако, далеко не все пользователи пользуются данными возможностями.

Выбор языка программирования для реализации собственного интерфейса

Реализовать функционал интерфейса базы данных можно практически на любом языке программирования. Самыми популярными языками для веб-разработки являются: Python, Java, Ruby, C++, PHP.

Согласно статистике W3Tech 2017, PHP используется на 82,9% веб-сайтов всего мира. PHP — это встроенный в HTML скриптовый язык, что делает его идеальным для веб-шаблонов и систем управления контентом. Именно на PHP мы и будем реализовывать собственный интерфейс базы данных, а конкретно с помощью PHP фреймворка — Laravel.

Исследование и разработка системы управления данными медицинского учреждения

Карпов А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва
Alexey.karpov@bk.ru

В связи с тем, что 09.01.2018 Минздрав внес изменения в Приказ Минздрава России от 15.12.2014 г. № 834н «Об утверждении унифицированных форм медицинской документации, используемых в медицинских организациях, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях, и порядков по их заполнению» [1], фактически утверждающий форму и структуру электронной медицинской карты, которую необходимо вести наравне с бумажными, у медицинских учреждений появилась потребность в инструменте для управления данными и формировании отчетов в требуемой форме.

Необходимость ведения электронных мед карт является отнюдь не главной причиной в популярности медико-исследовательских информационных систем (МИС). Несомненный их плюс — это цифровизация бумажных данных и упрощение процессов предоставления услуг, что является одним из главных требований к новым системам. Старые методы записи на прием и проведения приема в медицинских учреждениях сопровождались большим количеством бумажной работы, что вместе с большим числом пациентов и фиксированным рабочим днем отрицательно сказывалось на производительности медицинского персонала и качестве предоставляемых услуг.

С появлением МИС, так или иначе, получилось улучшить и упростить работу больниц и клиник. Для решения задач были использованы специализированные приложения с различным функционалом, как для врача, так и для пациента.

Рассмотрим техническую часть вопроса. Структура разработанной МИС включает в себя:

• Сервер данных — хранилище, в котором хранится информация о пациентах, персонале, результатах обследований и осмотров;

• Сервер приложений — выполняет обработку запросов и вывод данных;

• Веб-клиент и мобильные приложения — отвечают за визуализацию информации и являются: для врача — рабочей системой для внесения данных, для пациента — системой для записи на прием и просмотра личной информации о лечении;

• Система оповещений — сервисы, предоставляющие информацию о приеме или записи через внутреннюю почту или SMS;

• Сервер печати — сервер с хранимыми формами используемый непосредственно для печати отчетов и справок.

Таким образом, структуру МИС можно разделить на две части:

• Клиентская часть — обеспечивает некоторую интерпретацию запросов и отображение данных;

• Серверная часть — обеспечивает хранение и обработку данных.

Данная структура позволяет системе работать при подключении к сети, и частично в автономном режиме с уже загруженными с сервера данными и возможностью отложенной загрузки [2].

В качестве платформы используется обычный браузер или специально разработанные мобильные приложения [3].

В зависимости от прав пользователя МИС предоставляет ему доступ к различным функциональным блокам и к различным действиям с этими блоками.

Для пациента:

• Доступ в личный кабинет и внесение/изменение информации о себе;

• Возможность просмотра общих данных о враче/медицинском учреждении/услугах;

• Возможность записи.

Для медицинского сотрудника:

• Просмотр своего расписания с информацией о записанных пациентах;

• Информация о консультируемом пациенте, в том числе и с возможностью запроса данных из других информационных систем (например, радиологических и лабораторных);

• Возможность записи в дневник наблюдения и возможность его редактирования.

Доступ в систему осуществляется посредством простой аутентификации. Благодаря использованию различных зон могут быть созданы специальные правила, благодаря которым доступ в личный кабинет медицинского персонала будет осуществляться исключительно из закрытой сети медицинского учреждения.

Таким образом разработанная МИС может упростить запись пациентов и ведение документации, значительно повысив производительность учреждения.

Список литературы:

1. Приказ Минздрава России от 15.12.2014 N 834н (ред. от 09.01.2018) "Об утверждении унифицированных форм медицинской документации, используемых в медицинских организациях, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях, и порядков по

их заполнению" [Электронный ресурс] // Консультант Плюс. — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_175963/ (дата обращения: 18.02.2020).

2. Гинзбург И. Б. Состав и архитектура взаимодействия модулей функционально насыщенного автономного веб-приложения для распределенных систем информационной поддержки различных этапов жизненного цикла аэрокосмической техники // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. №6. С. 130-133.

3. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Концепция систем дистанционного мониторинга процессов производства и испытаний аэрокосмической техники на основе многошлюзовой беспроводной сенсорной сети с автономным веб-приложением // Научно-технический вестник Поволжья. 2015. № 4. С. 58-61.

Разработка единой интерактивной системы визуализации используемых вычислительных ресурсов корпоративных высокопроизводительных вычислительных комплексов

Катаев А.А.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
sinjagin2009@yandex.ru

Исторически, часть высокопроизводительных вычислительных комплексов (ВВК) компании «Сухой» была оснащена системой управления заданиями (СУЗ) SLURM. Проведя анализ совместимости данной СУЗ с используемыми расчетными программами, было принято решение внедрения SLURM для всех добавляемых ВВК. Помимо этого, целью повсеместного внедрения было создание возможности контроля потребления используемых вычислительных ресурсов. Для этого были проведены работы по разработке алгоритмов запуска расчетного софта с использованием внешней СУЗ.

В ходе текущей работы с практическими подразделениями регулярно всплывала проблема недостатка ресурсов для проведения расчетов. Текущая загрузка кластера могла быть получена при обращении из консоли непосредственно к управляющему узлу кластера. Данный способ не дает возможности продемонстрировать загрузку неспециалистам в области системного администрирования. Также, отсутствовала возможность проведения анализа потребления ресурсов подразделениями в течении времени и оценки простоев в результате проведения технических работ.

Сервис формирования статистики состоит из следующих компонент, разбитых в рамках проекта на модули:

1. получение информации о кластере;
2. взаимодействие с базой данных;
3. обработка массива значений для графиков;
4. работа со списками пользователей и групп;
5. работа со списком кластеров;
6. вывод значений в формате, подходящим для графопостроителя.

Данные модули написаны на языке Python и в зависимости от наличия логических связей представляют собой набор функций или классы. При этом, поддерживается возможность гибкого изменения поведения модулей в зависимости от текущих нужд. Например, модуль взаимодействия с базой данных в зависимости от получаемых параметров выдает информацию об указанном пользователе и с указанного времени.

В целях организации возможности модификации выходного потока информации в зависимости от выбранной системы визуализации в качестве ответственного модуля был реализован отдельный класс принтера для фреймворка Plotly. Так как конечную задачу по визуализации данных выполняет браузер пользователя, то информацию для вывода необходимо было структурировать удобным для разработчика образом, включая создание логически разделенных файлов.

Класс параметризуется путем к выходной директории, которая определяется именем кластера, информацию для которого следует вывести. Дополнительно к этому классу идет набор функций, осуществляющих конвертацию форматов величин для корректного отображения на графиках.

В рамках работы по данному направлению были отработаны технологии по внедрению СУЗ и присоединению к серверу статистики новых ВВК. Запущен портал для отображения статистики. Рассматривая алгоритмы запуска расчетов и обучая пользователей было принято решение о начале работ по возможности создания web-интерфейса постановки задач на счет. В результате представлении информации о загрузке кластеров руководству, были приняты меры по наращиванию вычислительных мощностей (закуплены материалы для построения нового ВВК).

Список литературы:

1. «Обзор систем мониторинга серверов. Заменяем munin на …» URL:https://habr.com/ru/post/331016/ (Дата обращения: 26.06.2019)

2. «Antilles. Lenovo» URL: https://github.com/lenovo/Antilles/ (Дата обращения: 26.06.2019)

3. «Slurm-web. Docs» URL:https://edf-hpc.github.io/slurm-web/ (Дата обращения: 25.06.2019)

4. «Slurm» URL:https://slurm.schedmd.com/ (Дата обращения: 24.06.2019)

5. «Plotly» URL:https://plot.ly/ (Дата обращения: 24.06.2019)

Реализация модернизированного алгоритма шифрования SAFER

Кижватова Н.В., Богослов М.К.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
bubblelovelerner@gmail.com

В последние годы все ярче видно, как тенденция диджитализации набирает обороты. Все больше аспектов нашей жизни переносятся в цифровое пространство из-за чего много приватной информации проходит через сеть Интернет: личное общение, платежные и паспортные данные, адрес проживания, будущие электронные паспорта и многое другое. Не защищенность самих данных и способов их обмена подвергает опасности благополучие человека. В связи с чем вопросы защиты информации становятся все более острыми.

Криптография — наука, изучающая вопросы защиты информации. Криптоалгоритмы — алгоритмы, задачей которых является обеспечение безопасности данных и обмена данными путем шифрования исходной информации. Криптоалгоритмы можно разделить на два больших семейства: симметричные, алгоритмы, использующие один ключ для шифрования и дешифрования, и ассиметричные, алгоритмы, использующие публичный ключ для шифрования и приватный для дешифровки данных.

Одним из симметричных алгоритмов является семейство алгоритмов SAFER. SAFER — это симметричные блочные криптоалгоритмы на основе подстановочно-перестановочной сети. В подстановочном блоке используются операции возведения в степень и логорифмирования по модулю, то есть операции в конечном поле. Именно операции в конечном поле являются основными элементами, обеспечивающими криптостойкость системы.

Был реализован модернизированный алгоритм SAFER. Модернизация заключается в переходе от арифметики над конечными полями к арифметике эллиптических кривых над конечными полями. Преимущество заключается в том, что решение задачи дискретного логарифмирования на эллиптической кривой является вычислительно сложной, нежели задача дискретного логарифмирования над конечным полем. Так же, скорость работы эллиптического алгоритма выше, чем у классического варианта SAFER.

Применение веб-технологий для визуализации карты метеорологической обстановки

Кирдяшкин И.В., Удалов Н.Н., Аверин А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
i_kird4@mail.ru

Прогнозирование погодных явлений является на протяжении долгого времени очень актуальной задачей. Погода является важной составляющей повседневной жизни, особенно, когда речь идет о планировании деятельности на ближайшие дни. Она, зачастую, является предопределяющим фактором при составлении планов различных работ, проведении важных мероприятий, ведении сложной деятельности. Поэтому возникает необходимость в системе, которая способна дать максимально точное представление метеорологической обстановки для конкретной геопозиции, а также предоставить прогноз на некоторый заданный временной интервал. При этом система должна быть достаточно гибкой и нетребовательной к аппаратному обеспечению, чтобы пользователи имели доступ с любого современного устройства.

Исходя из поставленной задачи, можно сделать вывод, что приоритетным решением является создание веб-приложения, которое предоставит кроссплатформенный доступ широкому кругу пользователей.

Решение проблемы сбора данных по местности достигается путем интеграции со сторонними сервисами предоставления метеорологической информации, достаточно распространенными на сегодняшний день и открыто предоставляющими данные по заданным координатам, например, OpenWeather, Weatherbit, AccuWeather, Dark Sky. Для обеспечения точности предоставляемых данных необходимо корректировать показатели путем сбора статистических данных от конечных пользователей, которым предоставляется возможность вносить правки о состоянии погоды по их местоположению.

В работе разработана общая структура системы, которая имеет следующий вид:

1) Базовый веб-интерфейс, для взаимодействия с пользователем. Для реализации используется язык программирования JavaScript ES5, фреймворки React v16, D3 v5;

2) Модуль визуализации текущей климатической обстановки с применением WebGL для отрисовки сложной графики;

3) Конвейерный модуль, отвечающий за сбор поступающей информации из сторонних сервисов и передающий их для дальнейшего анализа. На начальном этапе реализован сбор данных из сервиса OpenWeather.

4) Нейронная сеть на основе многослойного персептрона для фильтрации поступающей информации и прогнозирования метеорологической обстановки.

5) База данных PostgreSQL v12 для статистики, собранной за последние дни, для более точного функционирования нейросетевого модуля.

В рамках дальнейшего развития также предполагается реализовать:

1) Механизм сбора данных о текущей погоде посредством корректировки данных пользователями;

2) Расширение перечня сторонних сервисов, с которыми будет выполнена интеграция системы;

3) Систему API адаптеров для обеспечения связи между модулями, для поддержания компонентной архитектуры системы. Также расширение возможностей визуализации и адаптация интерфейса под различные виды устройств.

Ключевой особенностью разработанной системы является использование нейронной сети, которая анализирует поступающую информацию с разных источников и выдает наиболее вероятный прогноз на основе имеющихся данных.

Важную роль в прогнозировании играют отклики пользователей, которые смогут минимизировать расхождения реальных показателей с данными системы. Для защиты от ложных показателей реализуется алгоритм, основывающийся на количестве схожих

показателей от разных пользователей, а также приоритетности данных со специализированных сервисов метеорологической обстановки.

Данная система может стать агрегатором данных о погоде, доступ к которой сможет получить любой человек с доступом в интернет, вне зависимости от платформы.

Применение нейронных сетей в системах управления качеством изделий

Коваль Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Падалко С.Н.
МАИ, Москва
niki-kov@yandex.ru

Для эффективного управления качеством и совершенствования технологии производства необходимо детальное изучение явлений, которые протекают в ходе производственного процесса. С этой целью используют различные методы моделирования технологического процесса (ТП).

Натурные эксперименты часто экономически нецелесообразны или опасны из-за непредвиденных последствий. Использование математического моделирования так же затруднено, так как протекающие физико-химические процессы имеют сложную природу и часто не могут быть полностью описаны системами формальных связей. В этих условиях для выявления связей между технологией и получаемой продукцией наиболее результативными являются модели, которые используют данные, накопленные в ходе выполнения ТП. К их числу относятся нейросетевые модели, исследование возможностей которых для управления качеством продукции составляет суть выполненной работы.

В работе рассмотрены возможности и целесообразность моделирования многоэтапных ТП для управления качеством продукции с помощью аппарата искусственных нейронных сетей (ИНС) на основе взаимосвязи факторов ТП и характеристиками качества изготовляемой продукции.

При этом при моделировании каждого этапа ТП предлагается использовать модель адаптивной двухслойной ИНС прямого распространения. Суперпозиция такого рода ИНС позволяет получить нейросетевую модель всего ТП. Адаптивность заключается в том, что сеть продолжает обучаться в ходе функционирования — в случае значимого отклонения результатов работы ИНС от реальных результатов контроля качества сеть скорректирует свои параметры (веса) для достижения лучшего результата. Как показано в работе [1], ИНС позволяет путем суперпозиций простейших отображений (искусственных нейронов) и их линейных комбинаций аппроксимировать с приемлемой точностью любую непрерывную сложную зависимость характеристик качества изготовляемой продукции от факторов ТП.

Отличительной особенностью предложенной модели от стандартных нейросетевых моделей является то, что она построена по схеме производства — каждому этапу соответствует своя ИНС, связь которых отражает связь между этапами ТП.

Список литературы:

1. А. Н. Горбань, “Обобщенная аппроксимационная теорема и вычислительные возможности нейронных сетей”, Сиб. журн. вычисл. матем., 1:1 (1998), 11–24

Классификация видов шифрования с использованием средств криптографической защиты информации

Козуренко И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МАИ, Москва
inna.kozurenko@gmail.com

Назначение средств криптозащиты информации, далее СКЗИ, заключается в обеспечении защиты передаваемой по каналам связи информации. СКЗИ должны обеспечивать авторизацию документов, аутентификацию сторон при передаче, защищенную связь для обмена потоками информации.

В случае использования СКЗИ применяется шифровка информации. Далее рассмотрены несколько видов шифрования с применением СКЗИ и описаны условия, в которых они применяются.

В случае передачи информации между двумя участниками и более используется абонентское шифрование. Полноценное функционирование структуры систем данного вида шифрования обеспечивают: устройство ввода/вывода ключевой информации, абонентский модуль, системный журнал.

Предпочтительно использовать в работе абонентское шифрование, если передача идет по каналу фиксированного типа, либо для потоков информации в частных сетях. Потому что абонентское шифрование не может обеспечить полной защиты, так как СКЗИ взаимодействует с абонентской рабочей станцией, которая не защищена от негативных факторов.

В случае скрытого шифрования логических дисков и архивации данных применимо прозрачное шифрование. Шифрование происходит автоматически и не видимо пользователям.

Данная программная реализация напрямую либо зависит от операционной системы с реализацией необходимых драйверов, либо от накладывающих ограничения аппаратных и программно-аппаратных комплексов. Использование этих комплексов требует особого внимания, благодаря им в пределах различных режимов работы выполняется прозрачное шифрование.

В качестве базовой реализацией применим криптомаршрутизатор, он учитывает все условия применения СКЗИ. В него встроены функции криптографического преобразования данных, выполнен в виде сетевой платы. Но данный вариант решения применим только если есть необходимость в абсолютно прозрачном шифровании трафика. При необходимости прозрачного шифрования данных эффективнее применение СКЗИ с внутренними функциями шифрования.

В случае обработки больших объемов данных, баз данных, когда стоит потребность реализации защищенных архивов, применяется локальное шифрование. Направлено на реализацию хранения информации в зашифрованной форме.

Приоритетной задачей данного вида шифрования становится то, что при криптографическом преобразовании архивных данных основное внимание уделяется распределению ключей, а не их хранению. Эта особенность является отличием локального шифрования от других видов и облегчает схему защиты.

Локальное шифрование, подразумевает комплексное взаимодействие с одним или несколькими отличными от данного способами шифрования, что также выделяет его среди других видов шифрования с использованием СКЗИ.

Разработка инструментария языка BML проекта BlockSet для HTTP-SQL мапинга параметров запроса

Козырев Н.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
leptishome@gmail.com

Разработка динамического Web-ресурса — это довольно сложная задача, неотъемлемой частью которой является выборка или изменение данных базы данных, причём критерии выборки/изменения как правило зависят от параметров запроса, отправленного пользователем. Обычно логика мапинга HTTP-запроса в SQL описывается на каком-либо подходящем языке программирования. Это не очень сложный, но трудоёмкий и муторный процесс, особенно если учитывать, что так такую логику необходимо реализовать для каждого запроса. Для упрощения процесса разработки и написания этой логики в проекте BlockSet предусмотрен отдельный слой. BlockSet — это инструментарий для написания логики взаимодействия Web-ресурса с БД при помощи языка BML, основанного на семантически

нейтральном XML. В рамках этой задачи язык BML предоставляет простые, гибкие и удобные инструменты для выстраивания логики преобразования параметров запроса, что делает разработку намного более доступной и значительно упрощает её процесс.

При разработке синтаксиса вышеописанных инструментов важной задачей стало соблюсти баланс между гибкостью и удобством. Удобство предполагает единообразие — большое количество сущностей, выполняющих одну и ту же задачу может запутать пользователя. Для того чтобы придумать такой инструмент прежде всего необходимо проанализировать, каким образом система может получать параметры. Было выделено 4 способа:

1. Жёсткое задание параметров в коде BML
   a. Параметры выборки
   b. Параметры изменения
2. Динамические части адреса URL
3. Классические параметры URL GET-запроса, регламентированные HTTP-протоколом
4. Классические параметры URL POST-запроса регламентированные HTTP-протоколом
5. Данные в теле POST-запроса

Из соображений единообразия было принято решение объединить пункты 1.a, 3 и 5 — параметры, передаваемые этими способами выступают в качестве критериев выборки. У каждой единицы данных в синтаксисе BML предусмотрен параметр readPattern. Если единица данных с таким атрибутом ожидает ввода данных и была передана переменная, имя которой соответствует имени единицы данных, то атрибут readPattern будет перезаписан и использован в дальнейшем в качестве критерия выборки по ней, в противном же случае для выборки будет использоваться изначальное значение.

Пункт 2 пришлось реализовать отдельно несмотря на то, что такие параметры тоже служат в качестве критериев выборки, т.к. процесс его обработки несёт в себе некоторые специфические нюансы: параметры вшиты непосредственно в тело url, а это означает, что их положение, количество и тип должны быть строго регламентированы ещё на уровне описания URL запроса в атрибуте base, а не логики его выполнения. Для их учёта в рамках данного атрибута был предусмотрен особый синтаксис, выстроенный на основе упрощённых регулярных выражений. URL запроса с такими параметрами подставляется в выражение base, лексируются и используются в дальнейшем аналогично предыдущим двум пунктам.

В пункте 1.b и 4, параметры влияют не на выборку, а на изменение данных, что вынудило создать для них отдельный атрибут actValue. Значения в него записываются аналогично пунктам 1, 3 и 4 и используются в дальнейшем для изменения данных, полученных по результатам выборки по вышеописанным критериям.

Таким образом BML предоставляет достаточно гибкие и удобные инструменты для управления мапингом параметров выборки и изменения данных, что соответствует основным принципам проекта: гибкость и низкий порог вхождения.

Сравнение подходов к организации обмена сообщениями в микросервисной архитектуре для декомпозиции монолитного приложения

Колмыков Ф.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
fedorkolmykow@gmail.com

Сегодня декомпозиция монолитных приложений является распространенной практикой, призванная перевести программное обеспечение на микросервисную архитектуру. Одно из важнейших решений, которое необходимо принять при планировании архитектуры нового микросервисного приложения это — обмен сообщений. Передача данных может быть организована с помощью разных технологий, каждая из который будет влиять на надежность, производительность и модифицируемость системы в целом.

Целью этой работы является сравнение и выбор одной из рассматриваемых технологий обмена сообщениями между микросервисами.

Все способы передачи данных между сервисами делятся на два типа: асинхронные и синхронные. Для начала рассмотрим синхронную передачу сообщений. В этом случае, клиент отправляет запрос сервису и ждёт от него ответа. Клиент будет ожидать ответа сервиса до тех пор, пока он не ответит или не истечет заданное время ожидания. Соответственно, если при посылке запроса сервис недоступен сообщение пропадает и все данные теряются. Известные технологии, который являются методами синхронной передачи сообщений: HTTP/REST, gRPC, SOAP и другие технологии, в основном использующие RPC.

Асинхронная передача сообщений использует брокер сообщений. Это отдельный программный модуль, который получает, хранит, преобразовывает и передает различные сообщения от одних сервисов другим. При использовании брокера микросервисам не нужно ничего знать о местонахождении других микросервисов им достаточно знать только адрес брокера, чтобы успешно общаться с остальными частями системы. Брокер сообщений является потенциальной точкой отказа всей системы. Представителями являются: Apache Kafka, RabbitMQ и другие брокеры сообщений, в основном реализующие протокол AMPQ.

По причине постепенной декомпозиции монолитного приложения и повышенной надежности было принято решения использовать асинхронный подход. Новым выделенным сервисам будет достаточно указать адрес брокера для организации коммуникации с остальными частями приложения. Между конкретных технологий выбор был между Apache Kafka и RabbitMQ. После анализа их функционала и возможностей, был сделан вывод, что обе технологии для большинства задач друг другу не уступают, но была выбрана Apache Kafka, как обеспечивающая гарантию доставки «exactly once».

Список литературы:

1. Chris Richardson. Microservices Pattern. — October 2018, 520 p.

2. Ния Нархид, Гвен Шапира, Тодд Палино. Apache Kafka. Потоковая обработка и анализ данных. — СПб.: Питер, 2019. — 320 с.

3. Sigismondo Boschi, Gabriele Santomaggio. RabbitMQ Cookbook. — December 2013, 272 p.

Аналитические и численные методы гашения колебаний упругих систем, описываемых в уравнениях высоких порядков

Кондратьев М.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Муравей Л.А.
МАИ, Москва
Kmv122@yandex.ru

На сегодняшний день в задачах оптимального проектирования для производственных процессов, которые относятся к продольному движению плоских материалов. Для представления данного процесса можно рассматривать ленточный конвейер. Поперечные колебания, возникающие на производстве для данных процессов не рекомендованы. Они описываются гиперболическим уравнением с начальными и краевыми условиями. В качестве было рассмотрено полотно из эластичной упругой ткани. Соответственно, возникает задача на гашение колебаний движущегося вязкоупругого полотна за конечный промежуток времени. Решение такой аналитической задачи представляет собой сведение к тригонометрической проблеме моментов в произвольный интервал времени.

Для построения оптимального демпфера необходимо найти минимальный интервал времени на всем классе возможных колебаний, на котором возникающая тригонометрическая система является базисом Рисса и образует проблему моментов. Это позволяет нам использовать сопряженную систему и найти оптимальное управление гашения колебаний. Для решения задачи численным методом используются различные демпферы, которые позволяют получить численные решения задачи или установить необходимые условия оптимальности в форме принципа максимума Л.С. Понтрягина. В качестве математического численного решения был использован метод проектирования градиента с использованием

матричной прогонки. Было написано приложение на python и для наглядного представления результаты представлены в виде графиков.

Таким образом, получено решение задачи за определенный промежуток времени с графическим представлением гашения полотна.

Методы выделения характеристик объектов графических данных

Конюшков Р.В.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
con_ter@mail.ru

В современном мире все больше внимания уделяется автоматизации выявления образов при анализе изображений. Данная технология проникла почти в каждую сферу жизни человек, от распознавания лица смартфоном до распознавания лиц на камерах наблюдения.

Любое распознавание образа основано на выявлении характерных особенностей данного образа. Существует большое количество методов выявления опорных точек и построения дескрипторных векторов. Самые распространенные из них:

1. Харриса и его модификации: Ши-Томаса, Харриса-Лапласа и др.;
2. Фѐрстнера;
3. Бедета;
4. Алгоритмы SIFT, SURF;
5. DoG (Difference of Gaussian);
6. Алгоритм Хафа и его модификации (Радон, Хартли) для поиска линий;
7. Алгоритм Рада для поиска окружности и другие.

В данной работе проведен сравнительный анализ следующих алгоритмов: алгоритм Хафа, алгоритм SIFT.

Для проведения численных экспериментов разработана программа, которой в качестве входных данных подавалось изображение, содержащее несколько групп схожих между собой образов. Данное изображение обрабатывалось обоими методами по очереди. В ходе работы обоих алгоритмов программа находила характерные точки и элементы образов. Далее для каждой точки определялись дескрипторы, выделяющие их из остальной массы точек. После этого по совпадению дескрипторов выделялись соответствующие друг другу ключевые точки, что позволило составить из них отдельные образы. После составления образов проводилась их классификация в ходе которой были сформированы группы образов, обладающих схожими характеристиками.

При дальнейшей доработке данную программу можно будет использовать для распознавания родственников среди людей, изображенных на фотографии. Безусловно, данный способ не дает полной гарантии верности полученных результатов, т.к. люди могут не являться родственниками и быть похожи между собой. Однако, приближенную информацию подобная программа дать сможет.

Разработка тяжёлого многоцелевого беспилотного летательного аппарата ДР-29

Костюченко Д.В.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
yua-est@yandex.ru

ДР-29 Предисловие В авиации всегда остро стоял вопрос массы и размера самолёта. С одной стороны, лёгкие и маленькие крылатые машины обладают высокими показателями динамики, манёвренности и скорости, но такие самолёты тяжело одновременно оснастить мощными двигателями, большими топливными баками или аккумуляторами, значительной

полезной нагрузкой и т.д. Из всего вышеперечисленного наибольшая проблема возникала с накопителями топлива/заряда, поскольку манёвренность, динамика и малые размеры — необходимость в основном для истребителей и разведчиков, коим очень большая полезная нагрузка не нужна, а недостаток двигательных мощностей восполняется малой массой. Одним из множества решений этой проблемы были летающие авианосцы. Идея летающего авианосца (в последующем — ЛАН) заключается в следующем: к большому и неповоротливому воздушному судну крепятся маленькие и лёгкие самолёты, которых авианосец довозит до географической области их применения и отцепляет их. Первое успешное применение ЛАН было осуществлено в СССР в начале 20-ых годов. Здесь авианосцем выступал бомбардировщик ТБ-1, к которому на крыло прикреплялись два истребителя АНТ-5. В качестве истребителей-симбиотов использовались серийные фронтовые модели, у которых были шасси, большие топливные баки и ещё много технических средств, которые не особо нужны на истребителях, взлетающих и приземляющихся на бомбардировщика. Поэтому, с появлением усовершенствованных в плане лётных данных фронтовых истребителей, больших и массой, и размером, от летающих авианосцев почти полностью отказались.

С появлением БПЛА, в том числе и вертолётов, возникла новая проблема — радиус действия сигнала и помехоустойчивость. Маленькие беспилотники не способны носить большие и тяжёлые антенны. Однако им и не придётся. В моём проекте я попробую решить все вышеперечисленные проблемы. Описание проекта Основным предназначением тяжёлого БПЛА ДР-29 является, как Вы поняли, воплощение идеи «Летающий авианосец». В отличие от уже созданных в СССР авианосцев, ДР-29 будет иметь как внешний, так и внутренний подвес беспилотников-симбиотов, как вертолётов, так и самолётов (повышение аэродинамики, защищённости и понижение радиолокационной и зрительной заметностей). Так же, ДР-29 будет выступать связующим звеном между радиостанцией (ЦУПом) и беспилотниками-симбиотами. Это позволит увеличить радиус передачи сигнала и повысить помехоустойчивость, ведь сигнал, идущий сверху-вниз, игнорирует вертикальные препятствия, вроде домов или деревьев, в отличие от сигнала, идущего горизонтально.

Более того, такой сигнал сложнее определить и перехватить. В качестве палубных беспилотников рассматривается использование вертолётов и самолётов разведки, ударных вертолётов и самолётов, беспилотников-камикадзе. Так же, на ДР-29 воплощены многие технические усовершенствования ЛАН как самолёта. А именно: расположение винтов посередине самолёта, огибающих корпус (повышает обзор из носа самолёта, аэродинамику и управляемость в сравнении с тянущим винтом, улучшенные устойчивость, управляемость, развесовка, живучесть и возможности вертикального взлёта в сравнении с толкающим винтом), Л-образное крыло и V-образный хвост (повышение аэродинамики), вертикальный взлёт при небольшой нагрузке и многое другое. ТТХ ДР-29 — свободнонесущий моноплан с Л-образным стреловидным крылом и V-образным стреловидным хвостом.

Большой расчётный потолок и высокие показатели скорости, манёвренности и динамики. Вертикальный взлёт и долговременное планирование с больших высот при небольшой нагрузке (так же предполагается установка маломощного двигателя малой массы вместо мощного и тяжёлого, что не позволит самолёту взлетать вертикально, но ещё больше увеличит время планирования, то есть полёта с выключенным двигателем, что очень полезно в разведке). Большая грузоподъёмность при горизонтальном взлёте. Возможность десанта и монигоринга других беспилотников меньших размеров (таких как дроны-разведчики, дроны-истребители и дроны-камикадзе). Управляемый, автономный и смешанный виды полётов. Оборонительное вооружение с круговым обзором. До четырёх камер, дающих в совокупности круговой обзор. Две из камер могут быть использованы для высококачественной аэровидеосъёмки местностей. Отличный обзор вперёдсмотрящей камеры. Высокая живучесть. Прочный корпус. Прочные шасси. Повышенная управляемость. Возможность повышения управляемости в совокупности с путевой устойчивостью за счёт снижения аэродинамики. Разборность корпуса — весь самолёт разделён на отделяемые отсеки для повышения компактности и прочности при перевозке и более простому выявлению и устранению эксплуатационных неполадок и повышения возможности и скорости

модернизации самолёта. Длина корпуса – 2,6 м Размах крыльев – 3,16 м Площадь крыльев – 2,94 м^2 Силовая установка – электродвигатель мощностью до 100 л.с. Каркас – металл Корпус – пластик Остальные показатели зависят от конечной мощности двигателя, коего у меня пока нет. Успешно завершена трёхмерная модель самолёта с использованием ПО Blender.

Современные инструменты технологии WebGL для разработки программной компоненты отображения трехмерной графики

Кочураев И.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
superzelen@gmail.com

Визуализация трехмерной графики в информационных системах базируется на использовании интерфейсов прикладного программирования, или графических API, которые позволяют, с помощью наборов функций и методов, представлять 3D-сцену в виде проекции на монитор пользователя, а также всячески манипулировать ей. При этом подобные интерфейсы в свою очередь базируются на двух способах рендеринга изображения: программном, при котором основную часть вычислений производит центральный процессор (CPU) компьютера при помощи соответствующего ПО, или аппаратном, при котором вычисления производит непосредственно специальной графическое устройство (видеокарта/GPU). Самыми известными такими API являются DirectX (Microsoft), OpenGL (Silicon Graphics/Khronos Group), Vulkan (Khronos Group).

При этом в среде веб-разработки долгое время подобные технологии не применялись из-за невозможности их внедрения, так как в стандартах языка гипертекстовой разметки не существовало элемента «canvas», который в свою очередь позволил с помощью скриптов формировать растровые изображения. В ходе развития и совершенствования данного элемента и появилась технология WebGL — кроссплатформенный графический API для трехмерной графики, разработанный отдельной группой специалистов в составе Khronos Group. Изначально основанный на OpenGL ES 2.0, подмножестве OpenGL для встраиваемых систем (мобильных телефонов, КПК и игровых консолей), и использующий язык GLSL ES 1.0 для отображения шейдеров, он позволяет в контексте элемента «canvas» взаимодействовать с GPU пользователя для рендеринга и проецирования изображения в реальном времени.

Выбор данной технологии для решения задачи отображения трехмерной графики в браузере на сегодняшний момент является приоритетным по многим причинам. Первая и самая важная — это устоявшиеся стандарты и существование их поддержки во всех актуальных браузерах последних версий. Так же немаловажно отсутствие адекватных конкурентов в данном сегменте рынка — полное прекращение поддержки Adobe Flash тому подтверждение. К тому же современное сообщество разработчиков разрабатывает и поддерживает универсальные библиотеки и фреймворки, такие как Three.js, Babylon.js и т.д, для различных языков программирования высокого уровня, позволяющих нивелировать работу на “низком уровне”.

WebGL при этом продолжает развиваться и совершенствоваться. Потребность в нем на рынке сегодня высока и продолжит расти в ближайшее время, особенно в случае появления новых и грамотных специалистов в данной среде. Эстетичные и эргономичные дизайнерские решения для сайтов крупных компаний или ресурсов медиа с применением трехмерной графики существуют и сегодня, и конечно же продолжат появляться в дальнейшем.

Используя WebGL для разработки программных компонентов позволит упростить процесс отрисовки готовых трехмерных объектов, например, в формате STL, которые пользователь будет способен загружать со своего ПК и просматривать в реальном времени без дополнительного программного обеспечения на компьютере помимо браузера и специальных графических драйверов. Также, современные инструменты и библиотеки, в частности «three.js», сократят затраты на реализацию функций способных достичь возможности манипуляции с отображением объекта, такие как: приближение, вращение, перемещение по «сцене» и изменение параметров источника света (положение источника, направленность, яркость).

Области применения и возможности видео-конференц-связи

Кошелев Д.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хорошко Л.Л.
МАИ, Москва
koden1998@mail.ru

Повсеместное развитие интернета, достигшее даже самых отдалённых уголков нашей страны, дало благодатную почву для развития такой области информационных технологий, как видеоконференции. Что это такое и где они могут быть применены?

Видеоконференции обеспечивают двустороннюю передачу, преобразование, обработку и представление информации в режиме реального времени с использованием вычислительной техники. Технология, позволяющая взаимодействовать трём и более абонентам в режиме видеоконференции, называется системой видео-конференц-связи. Область применения таких систем чрезвычайно широка: удалённые собеседования с кандидатами из других стран и городов, удалённые совещания с коллегами, которые могут находиться на другом конце земли, расстояние неважно, лишь бы было устойчивое подключение к сети интернет, проведение дистанционных судебных процессов, дистанционная медицина и, конечно же, то, что наиболее интересует нас, студентов, дистанционное обучение. Всё это далеко не полный список задач, в решении которых могут помочь видеоконференции.

Если обобщить конкретные приведённые выше примеры текущего использования видеоконференций, то можно сказать, что они помогают в случаях, если необходимо оперативное принятие решений в безотлагательных, чрезвычайных ситуациях, системы видео-конференц-связи сокращают затраты на командировки, как временные, так и материальные, увеличивают производительность труда. Также можно отметить, что видеоконференции дают возможность более компетентно подходить к решению различных задач, позволяя при необходимости получить развёрнутую консультацию экспертов по данной теме.

Развитие систем видео-конференц-связи предполагает интеграцию с облачными сервисами, технологиями дополненной и виртуальной реальности и внедрение 4K видео стандарта. Также нельзя не отметить повсеместный тренд на мобильные решения, а значит, в будущем, можно ожидать увеличение количества систем видео-конференц-связи именно на мобильных устройствах. В целом можно сказать, что видео-конференц-связь – это интенсивно развивающаяся технология, которую можно применять для помощи людям в самых разных областях жизни, а для более эффективно решения поставленных задач она может быть интегрирована с другими цифровыми технологиями.

Применение технологий хранения и передачи состояний в React приложениях

Краснов И.С.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
neo.ivan92@gmail.com

React приложения используют объекты состояния для описания текущих данных компонента интерфейса. В приложениях с высокой вложенностью компонентов появилась необходимость использовать особые хранилища состояний или обходные методы передачи данных состояния для обеспечения доступа к этим данным из нескольких компонентов разной степени вложенности.

Обходные методы передачи данных включают в себя передачу необходимых данных компонентом верхнего уровня вложенному

компоненту. Такой метод может применяться только в приложениях с невысокой вложенностью, так как он подразумевает каждый раз передачу состояний в props компонента,

и если необходимо передать данные не на 1, а больше уровней ниже, то происходит передача данных в каждый последующий вложенный компонент до нужного.

Другой метод передачи данных в React приложениях — Context API. Данная технология позволяет передавать по дереву компонентов приложения без передачи их через props. Минус данного метода в отсутствии прямой связи с состоянием. Необходимо самому прописывать логику присвоения состоянию данных из provider контекста, а также нет возможности их изменить и таким образом обновить затронутые компоненты.

Более популярным решением такой проблемы является React Redux. Данная технология позволяет создать хранилище состояний и подписываться на него из всех компонентов, которым необходимы данные. Это позволяет уменьшить логику, описывающую передачу состояния между компонентами. Redux позволяет полностью решить проблему передачи состояний между различными вложенными компонентами без необходимости подъема состояния в родительский компонент.

Управление состояниями является одной из особенностей React приложений, которое иногда приводит к запутанной логике передачи данных между компонентами. Существуют инструменты, позволяющие решить данную проблему различными способами. Выбор подходящего для данного приложения является одной из сложных задач в создании хорошего React приложения.

Программный комплекс выделения именованных сущностей из текстов на русском языке

Кузьмина А.И.
Научный руководитель — к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
nitonok@gmail.com

Извлечение именованных сущностей является важной подзадачей обработки текстов и извлечения информации из них. В свободном доступе практически отсутствуют инструменты выделения именованных сущностей из текстов на русском языке, особенно доступные в форме библиотеки [1,2]. Поэтому был разработан инструмент выделения именованных сущностей из текстов на русском языке на основе создания грамматических правил выделения именованных сущностей из текстов и их классификации с помощью дополнительных легко расширяемых словарей и справочников [2].

В процессе апробирования алгоритмов было обнаружено, что у системы есть трудности из-за проблемы омонимии (неоднозначности слов), что зачастую влияет на корректность определения класса именованной сущности. Для устранения этой проблемы был разработан инструмент просмотра результатов и разрешения таких спорных ситуаций, названных коллизиями, который позволяет вручную указывать корректный класс именованной сущности. Спорные сущности сохраняются в базе данных коллизий вместе с результатом (классом) их разрешения, что позволяет подсчитывать статистику отношения каждой спорной именованной сущности к какому-либо классу. Также был спроектирован адаптивный алгоритм выделения именованных сущностей [3,4], направленный на автоматическое разрешение спорных ситуаций с помощью накопленной статистики разрешения коллизий.

Для реализации адаптивного алгоритма выделения именованных сущностей необходимо решить задачу накопления статистики разрешения коллизий, т. е. отнесения их к тому или иному классу. Для обеспечения достоверности накопленных данных и приемлемой точности разрешения коллизий, необходима достаточно большая общая база коллизий, которую проблематично собрать, используя ранее реализованный инструмент, так как статистика разрешения коллизий является индивидуальной для каждого пользователя, которым используется программа, так как база данных является локальной. Таким образом, отсутствует синхронизация между базами данных коллизий и статистики их разрешений у нескольких пользователей, что делает невозможным создание и накопление общей глобальной статистики при текущей реализации программы.

Для решения описанной выше проблемы было решено реализовать программный комплекс выделения именованных сущностей из текстов на русском языке, состоящий из следующих основных программных единиц: библиотеки выделения именованных сущностей, веб-сервиса выделения именованных сущностей и отдельного оконного приложения.

Для решения проблемы накопления базы коллизий используется отдельный веб-сервис решения задачи выделения именованных сущностей с инструментом разрешения спорных коллизий, который работает с глобальной базой данных. В базе данных содержится информация по коллизиям, статистика их разрешения, а также в ней хранятся все словари именованных

сущностей, по которым проводится поиск. Оконное приложение имеет аналогичные функции, что и веб-сервис, кроме возможности разрешения коллизий, так как взаимодействие с локальной базой данных будет разрешено только на «чтение» для устранения проблем с синхронизацией с глобальной базой данных. Все алгоритмы выделения именованных сущностей и автоматического разрешения коллизий с помощью накопленной статистики осуществляются средствами разработанной Java-библиотеки NerdySDK. В рамках веб-сервиса с NerdySDK взаимодействует отдельная серверная часть, которая обрабатывает запросы пользователей и выводит результаты с помощью веб-интерфейса.

Реализация программного комплекса, включающего в себя веб-сервис, библиотеку и локальную версию системы позволяет быстрее накапливать необходимую для более точной работы алгоритма статистику и дает пользователям возможность определить наиболее подходящий для своих задач способ взаимодействия с предлагаемыми программными средствами.

Список литературы:

1. Кузьмина А.И. Инструмент выделения именованных сущностей из текстов на русском языке / А. И. Кузьмина // Материалы XVIII Международной научно-методической конф. «Информатика: проблемы, методология, технологии» (Воронеж, 08-09 февраля 2018 г.). Воронеж, 2018. том 6. С. 33.

2. Кузьмина А.И. Разработка программной системы выделения именованных сущностей на основе правил / А. И. Кузьмина // Сборник тезисов докладов XLIV Международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения — 2018» (Москва, 17-20 апреля 2018 г.). Москва, 2018. том 2. С. 93-94.

3. Кузьмина, А.И. Исследование и разработка адаптивных алгоритмов выделения именованных сущностей из текстов на русском языке / А. И. Кузьмина // Материалы XIX Международной научно-методической конф. «Информатика: проблемы, методология, технологии» (Воронеж, 14-15 февраля 2019 г.). — Воронеж, 2019. — С. 1615.

4. Кузьмина, А.И. Адаптивный алгоритм выделения именованных сущностей из текстов на русском языке / А. И. Кузьмина // Сборник тезисов докладов XLV Международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения — 2019» (Москва, 16-19 апреля 2019 г.). — Москва, 2019. — С. 366-367.

Создание комплексной параметризованной модели изделия «Стойка»

Кундухов С.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
soslan_kunduhov@mail.ru

В моей работе проводился анализ исходных данных, включающих техническое описание, комплект чертежей и спецификации на изделие стойка кондуктора, который способствовал выделению ключевых характеристик моделируемого объекта и составлению перечня элементов (детали, узлы), которые войдут впоследствии в информационную модель, выбраны детали для параметризации. Разработка ведется в САПР NX и программном комплексе СПМ с проведением прочностного анализа.

На первом этапе, после построения геометрии в NX, проходило исследование среды СПМ, в ходе которого создана модель процесса изготовления стойки, включающая расчет ресурсных параметров объекта. Это легло в основу моделирования технологического процесса. Параметризация сделана в моделях плиты и опор, что дает возможность получить варианты конфигурации объекта с разными техническими характеристиками. С использованием модуля технологического моделирования изучены основы расчета и получения технологических решений.

На следующем этапе проведено формирование проекта в пакете Microsoft Project на основе СПМ изделия «стойка», что позволило оформить результаты работы в виде таблиц, сетевых графиков и диаграмм. Используемый для передачи проектных данных из базы техпроцесса в систему управления проектами (СУП) модуль интерфейса SPM2MSP позволяет на практике изучить современные инструментальные средства взаимодействия СУП и САПР.

Выполненная на финальном этапе работы консолидация результатов моделирования в единой среде в СПМ способствует расширению опыта в области управления техническими данными. Благодаря данной функции ПМК СПМ специалист получает оперативный доступ ко всем инженерным документам и отчетам по интересующему изделию, что способствует повышению эффективности процессов подготовки производства за счет интеграции требуемых документов в едином рабочем пространстве и отсутствии необходимости установки всех САПР для их просмотра.

В полученной модели реализована возможность изменять высоту стойки, а также количество крепежных отверстий, что позволяет получить «семейство» изделий. Результаты таких расчетов позволяют оценить варианты реализации стойки, что в конечном итоге приводит к выбору её наиболее оптимальных технических и функциональных характеристик.

Реализация генетического алгоритма для составления расписаний

Лезжова А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семенов Г.Е.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
alenalezzhova@yandex.ru

Одной из самых актуальных задач любой организации и производства является составление грамотного, удобного и эффективного графика работы, который позволит сократить всевозможные издержки производства или учебного процесса. Современные тенденции использования алгоритмов и методов искусственного интеллекта позволяют удобно и эффективно решать задачи планирования процессов.

В данной работе рассматривается постановка задачи математического моделирования расписания занятий и предлагается один из способов её решения, основанный на генетическом алгоритме.

Целью работы являлось изучение возможных способов создания оптимального алгоритма для составления расписания, используя методы генетических алгоритмов, а также реализация такого алгоритма.

В виду того, что генетический алгоритм представляет собой эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач моделирования и оптимизации при помощи случайного выбора и сочетания искомых значений с использованием механизмов, подобных естественному отбору в природе.

Генетические алгоритмы объединяют в себе принцип выживания наиболее перспективных особей — решений и структурированный обмен информацией с присутствием элемента случайности, который моделирует природные процессы наследования и мутации. Важным дополнительным свойством алгоритмов такого типа является невмешательство человека в развивающийся процесс поиска.

В данной работе было решено принять нижеописанные множества исходных данных для моделирования данного процесса:

G –учебные группы.

A — аудитории.

D — учебные дисциплины.

P — преподаватели.

T — время проведения занятий (пары).

V –тип занятия (лекция, лабораторная работа, практическое занятие и т.д).

W –дни недели.

Все перечисленные данные представляют собой массивы строк.

Предполагается, что первая форма будет обрабатывать ввод критериев, сохранение критериев в текстовый файл, их загрузку и передачу в форму для вычислений.

При работе алгоритма работа выполняется с индексами элементов из массивов.

В ходе построения расписания используется генетический алгоритм.

Каждый элемент графа представляет одно занятие. Количество занятий тогда вычисляется по следующей формуле: Num=count(G)*count(D)*count(V). Ребрами соединяются те элементы графа, занятия которых не могут проходить одновременно. Во время итерации цикла нахождения оптимального расписания меняется не только время и день, но и аудитория.

Преподаватель P задается случайным образом при инициализации алгоритма. Также преподаватель не меняется в процессе работы алгоритма, поскольку предполагается, что он привязан к определенному предмету.

Инициализация работы алгоритма.

1. Сначала создается шаблон расписания, который представляет собой массив занятий.

На первом шаге генетического алгоритма создается популяция особей. Каждая особь (Person) это вариант расписания, который получается копированием шаблона и заданием случайных величин W, V и A для дня, времени и аудитории соответственно. В данном варианте геном алгоритма является комбинация (w,v,a). Алгоритм выполняется либо до достижения оптимального расписания, либо указанное количество итераций. При достижении максимального времени (количество итераций), оптимальное расписание может быть не составлено.

2. Далее происходит вычисление здоровья каждой особи, которая зависит от параметров g,d,p,t,w,v,a. При получении идеального здоровья (здоровье = 0), производится выход из цикла алгоритма.

3. Производится размножение особей. Создается половина от начального числа особей. Пара особей выбирается случайно из всей популяции. Потомок получается смешиванием генов от обоих родителей случайным образом.

4. Затем для каждой особи с установленной вероятностью меняем ген на случайный.

5. Уничтожается половина особей, которые имеют наибольший показатель здоровья. Функция fitness(g,d,p,t,w,v,a) вычисляет здоровье особи, чем меньше значение, тем лучше приспосабливаемость. Также она применяется для вычисления наилучшего времени для распределения занятий, проверки наличия свободных «окон» и других.

6. Объединяем списки предыдущей популяции и новой, переходим на шаг 2.

В ходе выполнения работы были изучены теоретические основы генетических алгоритмов, на примере учебного заведения поставлена задача по составлению расписаний, описаны допустимые ограничения и произведена инициализация такого алгоритма.

В дальнейшем предполагается завершить работу над реализацией выбранного генетического алгоритма, а также произвести доработку данного проекта, с использованием графических сред и библиотек, создать наглядное представление построения расписаний.

Модульная архитектура командного процессора

Лелицак В.
Научный руководитель — Молчанова С.И.
МАИ, Москва
lixcode@vivaldi.net

Самая популярная архитектура традиционных статических компиляторов — трёхэтапная и состоит из следующих важных компонентов: фронтенд, оптимизатор и бэкенд. Фронтенд парсит исходный код, проверяет его на ошибки и строит абстрактное семантическое дерево представления исходного кода. Абстрактное семантическое дерево преобразуется в ином представлении для оптимизации. Бэкенд работает над машинным кодом.

Вышеописанная архитектура используется при создании компилятора, но мой проект включает в себя командный процессор, другими словами интерпретатор. Командные процессоры пишутся с нуля и сценарий сложно тестировать, т. к. для них отсутствуют средства отладки. В ходе научно-исследовательской работы, была разработана архитектура командного процессора, которая не только позволяет повторно использовать код, но и утилиты, такие как отладчики (включая отладчики с поддержкой программирования на лету), статические анализаторы кода.

Выделены 4 компонента:

1. обработчик исходных данных (front-end);
2. исполнитель исходного кода (middleware);
3. шина объединения всех уровней абстракции (bus);
4. обслуживание исполнителя (service).

Обработчик исходных данных выполняет следующие функции:

• Открывает файлы содержащие исходные код;
• Превращает символы исходного кода в умные токены (контекстуальных сущностей);

Исполнитель исходного кода выполняет следующие функции:

• Проверяет синтаксис исходного кода;
• Проверяет семантику исходного кода;
• Проверяет требования типизации языка;
• Поддерживает стековую машину;
• Улавливает прерывания в работе сценария;
• Выполняет код;
• Реализует внешний интерфейс для отладчика;

Шина объединения всех уровней абстракции делегирует доступ ко всем частям программы: front-end, middleware и service.

Уровень обслуживания создаётся каждый раз в зависимости от необходимого функционала.

Порядок создания нового языка

1. Создание микросервисов.
2. Подключение микросервисов к шине.
3. Составление стандарта или описания языка.
4. Определение правил грамматики.
5. Проектирование контекстуальных сущностей.
6. Реализация контекстуальных сущностей.
7. Реализация обработчика исходных данных.
8. Объединение компонентов в систему с помощью шины.
9. Запуск файла на исполнение.

Разработка начинается с написания микросервисов, они не должны взаимодействовать между собой и быть закрытыми для изменения, расширение функционала можно осуществлять путём добавления новых микрисервисов. Функциональная часть на этом этапе готова, переходим к языку. Предложенная архитектура, позволяет использовать технические и естественные языки. Формальный язык, в свою очередь, является произвольным

множеством цепочек, составленных из символов некоторого конечного алфавита. Обработчик исходных данных превращает исходный код в набор контекстуальных сущностей согласно правилам формального языка. Контекстуальные сущности делятся на 3 категории: литералы, значения и операторы. Литералы являются основным исходником информации, через них мы указываем значения как часть кода. Значения выполняют роль регистров хранения промежуточных значений. Операторы определяют набор операций над данными.

Предлагаемая архитектура — смелое решение повторного использования кода при создании командных процессоров и уменьшения порога вхождения.

Референтная модель бизнес-процессов системы менеджмента качества как кибернетической системы

Лесик Е.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Падалко С.Н.
МАИ, Москва
klesik@inmas.ru

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем при модернизации производства авиационной и ракетно-космической техники является переход на цифровые технологии как непосредственно изготовления продукции предприятий, так и управления предприятиями. В частности, наиболее остро стоят вопросы внесения изменений в уже существующие технологии изготовления, что неизбежно ведет к необходимости проведения испытаний, требующих высоких затрат. Компенсация этих затрат при переходе на цифровые технологии управления возможна за счет изменений бизнес-процессов, направленных на повышение хозяйственной эффективности предприятий.

Внесение названных изменений должно носить целенаправленный характер и обеспечивать поддержание конкурентоспособности предприятия, увеличения прибыли и уменьшения затрат. Достичь этих целей возможно за счет анализа эффективности и оптимизации всего предприятия и его бизнес-процессов, в частности. Под оптимизацией подразумевается увеличение эффективности бизнес-процесса, т.е. сокращение текущих затрат до уровня целевых показателей.

Как правило, для анализа бизнес-процессов предприятия нанимают сторонних специалистов: консультантов и бизнес-аналитиков. На сегодняшний день задачей оптимизации бизнес-процессов, в том числе их автоматизацией, занимается множество различных консалтинговых компаний. И с каждым новым проектом такая компания решает одну и ту же задачу: построение модели текущих бизнес-процессов «как есть» (as-is) и модели процессов «как должно быть» (to-be). Подход, используемый аналитиком, как правило, определяется самим аналитиком на основании его опыта и знаний, но в общем случае их всего два: построение модели бизнес-процессов с нуля или использование уже существующих типовых моделей в качестве шаблонов. Такие шаблонные модели называются типовыми процессами или референтными моделями.

Основной целью представленного исследования является построение референтной модели бизнес-процессов системы менеджмента качества как кибернетической системы. При этом в деятельность всего предприятия рассматривается с точки зрения взаимодействия управляющих и управляемых систем. Работа включает в себя анализ и проектирование бизнес-процессов управления аудитами системы качества, выделение групп шагов, решающих одни и те же задачи, т.е. имеющие одни и те же выходные параметры, выделение обязательных для реализации и опциональных шагов полученных бизнес-процессов. Особое внимание уделено процессу анализа причин несоответствий, в рамках которого возможен наиболее широкий спектр развития процесса, формируются различные управляющие воздействия.

В результате проделанной работы была сформирована референтная модель, содержащая максимально возможный набор шагов процессов, где в перспективе каждое предприятие

могло бы выбрать наиболее оптимальный для себя вариант течения процесса. В случае отсутствия требуемых шагов, референтная модель должна быть дополнена.

Полученная модель управления аудитами может стать отправной точкой для разработки моделей других бизнес-процессов авиапромышленного предприятия. В целом использование референтных моделей позволяет сократить издержки на построение моделей текущего и целевого состояния бизнес-процессов, уменьшить количество допускаемых ошибок в целевом представлении бизнес-процесса.

Способы обеспечения передачи и защиты массивов данных в облачное хранилище

Либаров В.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Терновский В.В
МАИ, Москва
libarov.v@gmail.com

С непрерывным развитием облачных вычислений возникают новые информационные потоки и угрозы для их функционирования. Такие угрозы, например, как традиционные атаки на ПО, функциональные атаки на элементы облака, атаки на клиента, атаки на гипервизор, атаки на системы управления. Классические и распространённые методы защиты против таких атак это — шифрование, аутентификация, использование протоколов AES, TLS, IPsec и т.д, аутентификация, изоляция пользователей.

Почему защита информации так важна?

Когда происходит взаимодействие с облаком, нужно уделять пристальное внимание защите личных данных. С целью противодействия опасностям фирмы, государственные структуры ищут ранее неизвестные способы защиты, с помощью которых обеспечивается возможность гарантировать безопасность данных и уменьшить вероятность их потери, которые могут быть причинены. Так как общий убыток от киберпреступности составляет более 2 триллионов $. С целью кражи данных хакеры применяют открытые каналы связи и вирусы-шпионы. Наблюдение возможно реализовать посредством уязвимости в рабочей среде или в следствие применения «дыр». Заполучив допуск к компьютерной системе компании, злоумышленник способен распоряжаться захваченными данными: прочитывать, копировать, изменять и удалять данные. Устройства развиваются в более мобильные и небезопасные, к примеру, такие как ноутбук, планшет, сотовый телефон. Превосходным образцом становится незащищенность в системе протоколов SS7, применяемая телефонными компаниями с целью передачи служебных команд. Применяя данную уязвимость, злоумышленник после простых манипуляций получает возможность перехватывать и прослушивать звонки, прочитывать сообщения и следить за месторасположением абонента.

Методика проведения контроля качества с использованием современного ПО

Лозовой Р.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
Lozowoi.r@ya.ru

На данный момент, в современном производстве автоматизируются все его аспекты, однако производственный контроль качества изделий происходит по стандартной методике, хорошо зарекомендовавшей себя за долгое время использования. В связи с этим возникает востребованность в разработке Программного обеспечения (ПО) позволяющего упорядочить, упростить, а главное автоматизировать и систематизировать данный процесс в интегрированной системе производства, совместно с процессами производства, создания технологической и конструкторской документации и процесса планирования производства.

Цель ПО в области качества — повысить операционное превосходство с помощью собственных аспектов управления качеством в платформах.

ПО для контроля качества — это набор функций, встроенных в клиент, которые руководят планом контроля и проверки, а также решением проблем. Совместно используя одну и ту же базу данных с другими приложениями, что позволяет без труда интегрироваться в другие области проектирования и планирования производства.

ПО предлагает новые функции качества для предоставления комплексного решения по управлению качеством, объединяющего различные домены пользователей и обеспечивающего управление качеством в соответствии с данными продуктов и процессов.

Расширенное планирование качества продукции

Планирование качества является частью общего планирования, проектирования, разработки и проверки изделий и процессов, учитывает этапы серийного производства, оценки и разработки корректирующих мер. При согласованном использовании можно ускорить процессы разработки и оптимизировать коллективную работу.

Управление жалобами

Позволяет получать все соответствующие данные и расходы на внешние и внутренние жалобы. Полностью интегрированный инструмент управления действиями обеспечивает ответственное лицо в нужное время с контролируемым приоритетом. Интегрированные всесторонние варианты оценки и анализа оптимально поддерживают постоянное улучшение качества и производительности.

Исходя из вышеизложенного можно уверенно полагать, что актуальность разработки ПО, так же, как и польза в дальнейшей организацией производственных процессах. Данная работы будет проведена и взята за основу моей выпускной работы.

Исследование нейросетевой технологии SVM в задачах прогнозирования для топливного энергетического комплекса

Лоскутов Д.И., Игнатов С.В., Редько М.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Нагибин С.Я.
МАИ, Москва
dima1997l@rambler.ru

В целях обеспечения промышленной безопасности на опасных производственных объектах (ОПО) в Российской Федерации на крупных промышленных комплексах осуществляется внедрение систем дистанционного контроля, в основе которых лежит риск-ориентированный подход. Суть данного подхода заключается в обнаружении, анализе, оценке и прогнозировании угроз и аварийных ситуаций.

Задачи прогнозирования обычно предоставляют либо рекуррентным нейронным сетям, либо многослойному персептрону Розенблатта, однако данные методы требуют значительных временных затрат, что является существенной проблемой при прогнозировании на ОПО, где критически важна скорость вычисления прогноза. Поэтому данную задачу призваны решить совокупность методов SVM (support vector machine, метод опорных векторов) и RBF (radial basis functions, метод радиально-базисных функций), поскольку время построения базиса и выбора опорных векторов осуществляется существенно быстрее нежели выявление признаков временного ряда совместно с постоянным усложнением архитектур нейронных сетей для получения более точного прогноза.

Целью данного исследования является анализ нейросетевых методов опорных векторов при прогнозировании интегрального риска.

Как правило SVM метод используют с целью классификации, поэтому необходимо показать возможность его использования в задачах нелинейной регрессии.

Также, как в задачах классификации, на начальном шаге алгоритм SVM ищет такие точки (опорные вектора), которые расположены ближе всего к линии разделения. Затем алгоритм вычисляет расстояние между опорными векторами и разделяющей плоскостью. Одной из главных целей алгоритма все также является максимизация данного расстояния, но при этом

функции ядра преобразуют данные в многомерное пространство признаков, чтобы сделать возможным линейное разделение.

RBF являются функциями ядра для метода SVM. Их использование обусловлено сильной теорией регуляризации для задач интерполяции.

В процессе исследования главным преимуществом SVM метода оказалась скорость вычисления. К возможным недостаткам можно отнести относительно большую погрешность в точности вычисления прогноза.

Дальнейшее развитие исследования будет направленно на улучшение результатов SVM, а также модификации функции ядра при помощи RBF. В ходе внедрения RBF функционала будут осуществлены различные методы регуляризации, включая дифференциал Фреше функционала Тихонова.

Применение цифровых высотных моделей для маршрутизации в навигационных сервисах

Лохов В.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
Chaffee.v.l@gmail.com

Последние несколько лет наметилась тенденция по замене автомобилей в городах более экологичными видами транспорта, такими как велосипеды, самокаты и др. Построение маршрутов для таких видов транспорта может быть неточным при использовании стандартных алгоритмов маршрутизации и расчета времени в пути, так как они сильно зависят от угла наклона дороги. Текущий уровень развития технологий сбора данных о поверхности земли дал доступ к глобальным цифровым высотным моделям различной точности. Это позволяет применить их для решения актуальной на сегодняшний день проблемы поиска маршрутов для велосипедистов.

Данная работа посвящена практическим вопросам разработки системы маршрутизации для велосипедистов. Предоставлены варианты получения итоговой цифровой высотной модели из открытых источников. Подготовлена математическая модель расчета минимального времени в пути по маршруту.

В качестве высотной модели предлагается использовать открытые данные Space Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) от NASA. STRM датасет имеет разрешение 1 арксекунда и покрытие с 56°S до 60°N. Для преобразования исходных данных используется библиотека GDAL. Для повышения точности предлагается итоговую высотную модель получать комбинацией STRM с другими глобальными и локальными датасетами (такими как ASTER GDEM и LiDAR). На основе высотной модели разработан сервис, предоставляющий API для доступа к высотным данным по координатам точки. Разработана математическая модель расчета времени в пути, которая учитывает основные факторы, влияющие на велосипедиста, включая его максимальную мощность и продольный наклон дороги. Математическая модель используется сервисом маршрутизации для выбора кратчайшего пути между двумя точками исходя из возможностей велосипедиста.

Список литературы:

1. Hawker L, Bates P, Neal J and Rougier J (2018) Perspectives on Digital Elevation Model (DEM) Simulation for Flood Modeling in the Absence of a High-Accuracy Open Access Global DEM. Front. Earth Sci. 6:233. doi: 10.3389/feart.2018.00233

2. Crippen, R. & Buckley, Sean & Agram, Piyush & Belz, E. & Gurrola, Eric & Hensley, Scott & Kobrick, M. & Lavalle, M. & Martin, Jan & Neumann, Maxim & Nguyen, Quam & Rosen, Paul & Shimada, J. & Simard, Marc & Tung, W.. (2016). NASADEM GLOBAL ELEVATION MODEL: METHODS AND PROGRESS. ISPRS — International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. XLI-B4. 125-128. 10.5194/isprs-archives-XLI-B4-125-2016.

3. Ioannidis, Charalabos & Xinogalas, E & Soile, Sofia. (2014). Assessment of the global digital elevation models ASTER and SRTM in Greece. Survey Review. VOL 46. 10.1179/1752270614Y.0000000114.

4. Shuttle Radar Topography Mission. Data Products. https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/cband-dataproducts.html.

5. Горбачёв П. Ф., Токмиленко Е. С. Модель выбора маршрута велосипедного транспорта с целью минимизации времени в пути // Вестник ХНАДУ. 2013. №61-62. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/model-vybora-marshruta-velosipednogo-transporta-s-tselyu-minimizatsii-vremeni-v-puti (дата обращения: 21.02.2020).

Исследование первичного преобразователя датчика обратной связи станков с автоматическим управлением авиационной промышленности

Макаренко В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МГТУ им Н.Э.Баумана, Москва
chpink@yandex.ru

Датчики обратной связи активно применяются в авиационных двигателях. В последнее время наметилась тенденция повышения качества, точности, стабильности работы механизмов и устройств, к которым соответственно предъявляются повышенные требования, что обуславливает использование датчиков обратной связи для достижения требуемых параметров и результатов.

В системах управления для получения необходимой информации о параметрах используют различные датчики. Различают датчики перемещения, скорости, положения, ускорения и т.д.

По способу получения информации датчики подразделяются на дискретные, амплитудные и фазовые. По способу преобразования информации — на контактные и бесконтактные. Также датчики подразделяются на линейные и роторные. Роторные датчики кинематически связаны с выходным валом двигателя и осуществляют косвенное измерение величины линейного перемещения рабочего органа. Линейные датчики, располагают на неподвижной части и производят прямое измерение линейных перемещений рабочего органа.

Датчик является измерительным прибором. Дискретность зависит как от самого датчика, так и от устройств, с которыми он связан. Точность датчика определяется конструктивными особенностями самого датчика, структуры электронной схемы преобразователя его сигнала, её помехозащищенности и др.

При создании преобразователей сигнала датчика используется большое количество различных схемотехнических решений. Вместе с тем, как показывает практика последних лет, наибольший вклад в развитие цифровых преобразователей перемещений (ЦПП) вносит микроэлектроника, применение которой позволяет кардинально решить проблему технологичности, обеспечив максимальное упрощение, как правило, прецизионных механических узлов. Поэтому, современный ЦПП состоит из относительно простого, насколько это возможно для обеспечения заданной точности, электромеханического первичного преобразователя, непосредственно воспринимающего измеряемое перемещение и вторичного преобразователя — электронного узла, обрабатывающего полученную информацию и представляющую её в цифровой форме.

В настоящее время широкое распространение получили датчики на основе фотоэлектрических преобразователей, в которых использован принцип модуляции светового потока растровым сопряжением. В зависимости от величины расположения в пространстве линейки и диафрагмы, растровое сопряжение может быть нониусным, обтюрационным или муаровым.

Цифровая форма представления информации обеспечивает высокую точность и помехоустойчивость.

Работа фотоэлектрической части преобразователей основана на использовании явления фотоэффекта, возникающего при попадании светового потока, прошедшего через прозрачные участки кодовых шкал, на фотоэлементы, преобразующие изменение светового потока в фототок, служащий исходным электрическим сигналом для последующих схем. Такие преобразователи получили широкое распространение, так как при относительно небольших размерах позволяют добиться высокой точности преобразования информации.

Фотодатчик представляет собой подобие конденсатора, из-за чего в цепи появляется проблема возникновения короткого замыкания. Пилообразная форма импульсов на графике зависимостей меняется и превращается в одну линию, что является ошибкой. Для разрешения этой ситуации применяется использование операционного усилителя, трансформирующего ток в напряжение и регулирующего его циркуляцию в цепи.

Автоматизированная система оценки контента в социальных сетях

Малахов А.В., Болдаев М.Г.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
malakhov.aleksandr.98@gmail.com

В настоящее время социальные сети занимают огромное место в нашей жизни. Каждый день человек заходит на просторы интернета в поисках более качественного контента. И перед сообществами, которые создают его, встает сложная задача — создание новостного потока, который будет интересен большинству аудитории. Существующие сервисы по анализу социальных сетей малоинформативные и не дают общего представления об интересах пользователей. Поэтому было решено создать систему, которая будет производить анализ новостного потока и предоставлять более информативную оценку. Социальной сетью для мониторинга была выбрана «ВКонтакте», так как она наиболее популярна в нашей стране и имеет большую аудиторию.

Первой проблемой стала выгрузка данных. VK API ограничивает количество запросов в секунду, а также предоставляет только синхронные способы получения данных. Поэтому был разработан класс, использующий асинхронные запросы и способный взаимодействовать с множеством токенов доступа. Таким образом, скорость получения данных значительно возросла.

Вторая проблема и самая главная – это анализ новостного потока. Большую часть смысловой нагрузки в посте несут фотографии, следовательно, требуется получить максимальное количество информации из них. С помощью Tesseract был получен текст с изображений, а используя TensorFlow и OpenCV, были определены ключевые объекты на фото, такие как некоторые виды животных, различный автотранспорт, предметы быта и многое другое. Так же происходило запоминание лиц людей, которые неоднократно фигурировали в новостном потоке. После этого производился анализ текста, а именно определение его эмоциональной тональности и принадлежности к ключевым категориям. На основе всех полученных данных строились различные регрессионные модели зависимости возможной заинтересованности пользователей в том или ином контенте от его содержимого.

В результате была получена система, которая не только расскажет о том, что нравится пользователям в конкретной группе, но также сможет предположить будут ли они заинтересованы новым постом, на основе знаний об их реакции на контент схожего характера.

Прогнозирование интегрального показателя риска в системах топливного энергетического комплекса

Малина В.Р.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Кулагин Н.Е.
МАИ, Москва
malina.vlada98@yandex.ru

Системы топливного энергетического комплекса (ТЭК) включают в себя совокупность сложных производств, требующих поддержки инженерно-технических сооружений. Нарушение или прекращение функционирования критически важных объектов ТЭК несет угрозу экономике РФ, безопасности жизнедеятельности населения, окружающей среде и экологии близлежащих районов.

Анализ и установление приемлемого интегрального показателя риска в системах ТЭК позволяют количественно оценивать уровень промышленной безопасности. Так, была создана автоматизированная система сбора информации, её хранения, предварительной обработки, анализа (с использованием средств Data Mining) и передачи комплексного решения объектам управления. Подобные системы называют системы поддержки принятия решения (СППР). Анализ полученных данных позволяет построить математическую модель, описывающую поведение показателей, зависящих от времени (моделирование временных рядов). Построенная модель позволяет прогнозировать динамику поведения данных, а также оценивать отклонение данных от минимальных и/или максимальных допустимых значений. Прогнозирование, как неотъемлемая часть СППР систем, предоставляет информацию, которая может увеличить эффективность управления промышленной безопасностью и впоследствии помочь в предотвращении возможных аварий на объектах ТЭК. В чем и заключается актуальность данной работы.

Целью работы является разработка прогнозной математической модели временного ряда с долговременной корреляционной зависимостью.

Исследовательская работа была проведена в интерактивном веб-приложении Jupyter Notebook с использованием средств языка программирования Python.

Для достижения цели был проведен статистический анализ исходных данных, представленных в виде временного ряда, и сравнительный анализ использованных прогнозных моделей.

В работе были рассмотрены следующие модели:

• Модель авторегрессии (AR(p));

• Модель авторегрессии — скользящего среднего (ARMA(p, q));

• Интегрированная модель авторегрессии — скользящего среднего (модель Бокса — Дженкинса, ARIMA(p, d, q) [1]).

Параметры к данным моделям были подобраны на основе результатов проведенного анализа и значениях информационного критерия Акайки (AIC).

Для того, чтобы оценить качество прогноза, построенного по выбранной модели, временной ряд был разбит на две части: обучающая и тестовая выборка. Разделив временной ряд таким образом, можно сравнить прогноз с реальными тестовыми данными. На основе обучающей части была построена модель и сделан прогноз. Для каждой модели была оценена ошибка прогноза на базе тестовых данных по нескольким критериям. Так, были вычислены среднеквадратическая ошибка (Mean Squared Error), расстояние Кульбака-Лейблера (Kullback–Leibler divergence), коэффициент детерминации (R-квадрат) и др.:

• AIC=-19442.8, MSE=0.002, KL=3.14, R2=0.31 для AR(3);

• AIC=-19448.2, MSE=0.0016, KL=2.2, R2=0.25 для ARMA(2, 1);

• AIC=-19464.9, MSE=0.0036, KL=3.78, R2=0.41 для ARIMA(2, 1, 1).

Благодаря полученным оценкам можно сделать вывод, что наиболее подходящая модель для исходных данных — ARIMA(2, 1, 1) (AIC — наименьший), однако коэффициент детерминации во всех случаях говорит о непригодности данных моделей ($R2 < 0.5$). Для улучшения результата следует взять для обучения больше данных, либо рассмотреть другие

авторегрессионные модели, которые помимо прочего учитывают ещё сезонную составляющую, такие как SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)m (сезонная ARIMA), ARM (модель аддитивной регрессии). В развитии данной идеи заключается дальнейшее исследование.

Таким образом, правильно подобранная модель может хорошо описать динамику интегрального показателя риска и предсказать его дальнейшее поведение. Рассматриваемые авторегрессионные модели подходят для построения прогноза на краткосрочный период, достаточный для принятия решения, предотвращающего возможные аварии на объектах ТЭК. Так, системы поддержки принятия решений могут повысить эффективность управления промышленной безопасностью.

Список литературы:

1. Бокс Дж., Дженкинс Г.М. Анализ временных рядов, прогноз и управление. М.: Мир, 1974.

2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов (9-е изд.). М.: Высшая школа, 2003. — 479 с.: ил.

3. Кендалл М. Дж., Стьюарт А. Многомерны статистический анализ и временны ряды. — М.: Наука, 1976. — 736 с.

4. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: Учеб. пособие. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 416 с.

5. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс: Учеб. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Дело, 2004. — 576 с.

Построение микросервисной архитектуры для поддержки систем дистанционного обучения

Малыгин В.Д.
Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Наумов А.В.
МАИ, Москва
vladislavmalygin@gmail.com

Архитектура микросервисов — это методология разработки, в которой вы можете разбить одно приложение на ряд небольших служб, каждая из которых выполняется в своем собственном процессе и взаимодействует с облегченными механизмами [1]. Микросервисы разрабатываются на основе бизнес-возможностей, которые могут быть независимо развернуты с помощью механизма автоматического развертывания. Архитектура микросервисов нуждается в минимальном управлении этими сервисами, построенными на различных языках программирования и использующими различные технологии хранения данных.

Преимущество архитектуры [2]:

• Небольшие модули — поскольку приложение разбито на более мелкие блоки, разработчикам легко разрабатывать и поддерживать его.

• Независимые DURS (Deploy, Update, Replace, Scale). Каждая служба может быть независимо развернута, обновлена, заменена и масштабирована.

• Отказоустойчивость – каждый модуль является отдельным приложением, т.е. даже отказ одного модуля не повлияет на оставшуюся часть приложений.

• Каждый микросервис владеет своей доменной логикой и взаимодействует с другими с помощью простых протоколов, таких как REST через HTTP.

В работе рассмотрены принципы построения сложных информационных систем, таких как системы дистанционного обучения. Рассмотрены основные используемые архитектурные решения построений web — приложений, а также возникающие при этом проблемы, например, высокие нагрузки [1]. Представлены результаты сравнений существующих технологий построения монолитных архитектур и микросервисных архитектур на основе различных технологий с использованием языков программирования высокого уровня, которые расширяют концепцию сервисов, предоставляя метод оркестрации, для объединения мелких сервисов в более обширные бизнес-сервисы [3].

Таким образом, были использованы средства, предоставляемые языком программирования Python 3.7.3, для построения web-приложений на основе фреймворка Django, системы управления базами данных PostgreSQL и Redis. Результаты эксперимента были проведены на тестовом стенде под управляющей оболочкой СДО МАИ CLASS.NET [4, 5].

Список литературы:

1. Ziade T. Python Microservices Development // Packt Publishing Ltd, 2017, pp. 1–340.

2. 5 Best Technologies To Build Microservices Architecture // URL: https://www.clariontech.com/blog/5-best-technologies-to-build-microservices-architecture (Дата обращения 13.02.2020).

3. Бычков И. В., Ружников Г. М. Инфраструктурный подход к обработке пространственных данных в задачах управления территориальным развитием // Вычислительные технологии. — 2018. — №4. — с. 15–31.

4. Кибзун А.И., Наумов А.В., Мхитарян Г.А. Особенности и технологии разработки системы дистанционного обучения математическим дисциплинам CLASS.NET // «Современные информационные технологии и ИТ-образование» Том 1 (№ 11). — 2015 г., с. 153-157.

5. А.В. Наумов, А.С. Джумурат, А.О. Иноземцев Система дистанционного обучения математическим дисциплинам CLASS.NET // Вестн. компьют. и информ. технологий. — 2014. — Т. 1, 10. — С. 36–40.

Использование API интерфейсов для создания программного обеспечения обмена информацией и интеграцией с PLM-платформами на предприятиях

Мальцев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
andremaltsev1995@gmail.com

Использование API интерфейсов для создания программного обеспечения обмена информацией и интеграцией с PLM-платформами на предприятиях.

Для внедрения системы PLM на предприятия, она должна предполагать возможность интеграции с бизнес системами предприятия, такими как ERP, ERP, SCM, CRM и т.д. По мнению Аналитиков – частая проблема, из-за которой происходит возврат инвестиций в PLM-решения – невозможность её интеграции в существующие на предприятия бизнес-процессы, или слишком дорогою модернизацию существующих решений. Проблемы возникают не только с внешними системами, но и с системами САПР. В компания часто применяются собственные решения для хранения и обработки инженерных данных. При этом крупные компании не готовы отказываться от уже работающих решений, им необходимы новые возможности, современных PLM-платформ, но полный отказ от предыдущих решений может повлечь серьезные потери, по этому таким компаниям важна возможность интеграции PLM-системы со всеми, накопленными за долгое время, системами.

Для обмена конструкторской информацией между системой структурно-параметрического моделирования (СПМ) и различными PLM-системами необходимо создавать дополнительное программное обеспечение, способное решать данные задачи.

Системой NX компании Siemens PLM Software можно интегрировать с другими системами с использованием NX Open API. Программный интерфейс с открытой архитектурой для прикладного программирования, с помощью которого можно реализовать интеграцию пользовательский приложений с NX.

NX Open позволяет получать любые данные о модели, массу изделия, его габаритные характеристики, материал. Это позволяет автоматизировать перенос и расчет параметров детали.

С помощью данного инструмента можно легко интегрировать систему структурно-параметрического моделирования, на предприятия использующих в своем процессе NX.

Программный комплекс структурно-параметрического моделирования позволяет синтезировать и обрабатывать модели порождающей среды (МПС).

МПС представляет собой структуру, воспроизводящую конструктивную (либо функциональную, либо организационную) иерархию объекта проектирования и содержащую варианты возможных проектных решений.

СПМ позволяют вести наращивание описания модели объекта в "глубину" по следующим шагам:

А – формирование макета объекта,

Б – построение системы параметризации,

В – определение условий работы с вариантами структурных решений, — и в "ширину" – по мере детализации определения функциональных, конструктивных и технологических особенностей объекта.

Разработка программного комплекса для оптимизации транспортных автомобильных развязок

Маляров И.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
themanikon@gmail.com

На сегодняшний день большинство отраслей жизни зависит от транспорта, будь то промышленность или медицина. Каждый день огромное количество автомобилей проезжает по бессчетному множеству дорог, что ставит перед нами необходимость правильного конструирования транспортных путей. При неправильном проектировании дорог могут возникнуть огромные логистические, экологические и экономические проблемы. Несмотря на довольно продолжительный срок существования автомобилей, проблема дорог появилась сравнительно недавно, вместе с ростом количества автомобилей.

Одним из важнейших механизмов разгрузки дорог являются транспортные развязки. Из-за этого возникает необходимость оптимизировать распределение транспортных потоков в местах их пересечений. С этой целью было проанализировано соответствие математических моделей[1] и реальности. Тестируемые модели можно разделить на следующие категории:

Макроскопические модели;

Микроскопические модели;

Модели класса "Дженерик Моторс".

В ходе исследований было получено, что ни одна из этих моделей не может объяснить ни переход от свободного потока к плотному, ни свойства этого перехода. Данный парадокс объясняется нехваткой данных во времена разработки данных моделей. В связи с этим было решено обратиться к теории трех фаз[2] за авторством Б. С. Кернера, которая может объяснить эмпирические свойства перехода к плотному потоку.

На основе этой теории планируется построить программный комплекс, который на основе входных параметров, таких как плотность потока, количество полос и количество дорог на пересечении, будет выбирать вероятно оптимальную вариацию развязки и предлагать её размещение. Это должно облегчить работу для дорожно-транспортных служб и снизить стоимость проектировки развязок.

На данный момент проводится сбор и изучение информации о различных видах развязок и разбиение их на категории.

Список литературы:

1. А. В. Гасников. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: Учебное пособие — М.: МЦНМО, 2013.

2. Kerner B. S. Introduction to Modern Traffic Flow Theory and Control. Berlin: Springer, 2009.

Разработка элементов автоматизированной системы учёта технических изделий

Масликова Е.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
Will-14@bk.ru

Для разработанной системы были поставлены задачи:

• Изучение и обзор средств автоматизации систем учета

• Выбор оптимальных инструментов для создания комплексной модели и проведения прочностного анализа

• Кодирование модулей и разработка алгоритмов (на основе выбранных инструментов)

• Составление технического описания

Автоматизация проектирования – совокупность систем, включающих дисциплины, посвящённые IT-технологиям. Система автоматизированного проектирования (САПР) базируется на «реляционных и объектно-ориентированных системах управления базами данных» (СУБД), также Java, C, C++ (высокоуровневые языки программирования) и прочих немаловажных компонентах.

NX — тяжеловесная модульная CAM/CAD/CAE-система, играющая ведущую роль в изготовлении изделий составных форм и обширным числом деталей в авиастроении, машиностроении, энергомашиностроении. Функции приложений дают возможность автоматизации этапов проектирования изделия, учета технических изделий. Набор компонентов NX CAD подходит для решения задач разработки электронного макета изделия как полностью, так и его составляющих для дальнейшего применения в процессе технологической подготовки производства. Немаловажным фактором также является возможность составления конструкторской документации в разнообразных представлениях. Поддерживаются технологии проектирования: композиция («снизу-вверх»), декомпозиция «сверху-вниз».

Unigraphics — система построения математических 3D-моделей, представляющая собой комплекс программных подмодулей. Она необходима для решения задач промышленного дизайна и создания образа определенного изделия; для описания агрегатов и узлов, компонентов в которых может быть множество.

Сравнивая результаты, полученные в ходе выполнения работы, мы можем спрогнозировать оптимизацию с наилучшими характеристиками. Предпочтительнее выбор САПР на основе принципов NX.

На основе анализа вышеописанных методов и технологий были разработаны алгоритмы, а также техническое описание продукта.

Были изучены наиболее эффективные современные методы численного решения физических, математических, инженерных задач с применением вычислительных машин.

Разработка интерфейса для отрисовки кривых на основе математических моделей построения кривых и поверхностей NURBS

Мачульский И.Н., Серебряков М.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МАИ, Москва
LastGokko@yandex.ru

Для построения объектов сложной формы используются графические примитивы, в частности, треугольники, линии, точки, которые можно легко и однозначно задать несколькими параметрами. При создании сложных объектов используются такие примитивы, но при аппроксимации и последующем масштабировании, форма, как правило, не будет

соответствовать требованиям. Именно на этом этапе оказываются полезными кривые произвольной растрово независимой формы иначе NURBS кривые.

Актуальность изучения математичкой модели, используемой в графических пакетах, заключается в визуализации кривых NURBS и возможности программного описания в различных средах программирования на разных языках.

В данной работе рассмотрены: параметрические функции, гладкие функции, управляющие точки, базисные функции, их определение, узлы и петли, рациональные элементы. Основываясь на вышеизложенном, была построена геометрическая модель профиля лопатки компрессора высокого давления, что оказывается очень затратно без использования сплайнов с параметрами NURBS кривых так, как влечет за собой большое количество дополнительных производственных испытаний и проверок.

На следующем этапе был создан интерфейс для визуализации кривых NURBS в программе WPF с использованием математических моделей, описанных в работе, для того, чтобы наглядно показать характерные отличительные черты.

Платформа WPF (Windows Presentation Foundation) является технологией для построения интерфейсов и различной графики. Технология относится к экосистеме платформы.NET. Основная особенность рендеринга в нем состоит в том, что в основе приложений WPF лежит набор API — DirectX. Видеокарта выполняет основную часть работы по отрисовке как сложной 3D графики, так и простых интерфейсов по типу кнопок, что даёт возможность использовать аппаратное ускорение.

Иными словами, для рендеринга используется графический процессор видеокарты, из-за чего качество и скорость отрисовки кривых остаётся на высоком уровне что и послужило главным фактором при выборе приложения.

Итогом работы является готовый к использованию интерфейс способный отрисовывать сплайны, используя различные математические модели.

Автоматизация процедур формирования сценариев интеграции ADD-ON продуктов, реализованных на платформах SAP

Межин Е.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бродский А.В.
МАИ, Москва
egorswege@yandex.com

Распространённой проблемой с которой сталкиваются крупные организации, разрабатывающие программное обеспечение и имеющие собственные центры интеграции, является подбор сценариев интеграции для сторонних (ADD-ON) продуктов, созданных компаниями-разработчиками. С помощью ADD-ON продуктов компании решают конкретные отраслевые или специальные для организаций задачи. Например, техническое обслуживание самолётов в аэропорту. Большинство организаций до сих пор использует сотрудников-консультантов для процедуры подбора сценариев интеграции. Соответственно, возникает ряд сопутствующих проблем, например, длительное время ожидания ответа консультанта, вызванное их малым количеством, невозможность круглосуточной консультации разработчиков из-за ограниченности рабочего дня и т.д.

Обеим сторонам хотелось бы, так или иначе, улучшить и упростить данную процедуру. Для решения этой задачи была выдвинута идея создания автоматизированной системы формирования сценариев интеграции ADD-ON продуктов, реализованной с помощью виртуального собеседника — чат-бота. Чат-бот представляется собой диалоговую систему, которая выясняет потребности пользователей, а затем помогает удовлетворить их. Общение с пользователем ведется с помощью текста или голоса. Внедрение чат-бота позволит оказывать поддержку круглосуточно, оптимизировать процесс ответов на часто задаваемые вопросы, исключить человеческий фактор, а также применить алгоритмы искусственного интеллекта. Тема создания виртуальных помощников является актуальной сейчас и будет актуальной в

обозримом будущем. Об этом говорит как увеличение числа компаний, внедряющих чат-ботов, так и развитие технологий в области семантической обработки текста.

Рассмотрим техническую часть вопроса. Структура чат-бота, обрабатывающего запросы пользователя, сформированные на естественном языке включает в себя:

• Объект, содержащий данные на естественном языке;

• Платформо-зависимая сущность, которая преобразует запрос пользователя на естественном языке для последующей передачи в приложение, а также выполняет обратную функцию т.е. преобразует ответ на запрос пользователя из приложения и передает его в качестве результата;

• Объект, который представляет собой преобразованный естественный текст и набор дополнительных параметров;

• Платформо-независимая часть, отвечающая за обработку текста;

• Объект, представляющий собой ответ на запрос пользователя и набор дополнительных параметров;

• Ответ на естественном языке, возвращаемый в соответствующую платформу.

Структуру чат-бота можно разделить на две части:

• Платформенная часть (обеспечивает некоторое "ядро" типовых управленческих, производственных, логистических операций);

• Часть, отвечающая за обработку текста.

Данная структура позволяет боту работать при подключении с сети, и частично в автономном режиме с уже загруженными с сервера данными [1].

В качестве платформы, как правило выступают программы, позволяющие мгновенно обмениваться текстовыми сообщениями, звонками и возможностью отправки/получения различных файлов — мессенджеры. Наиболее распространёнными из которых являются: WhatsApp, Facebook Messenger, Viber, Telegram, Skype, а также различные веб-приложения JivoSite, LiveTex, Яндекс.Чаты и другие [2].

Интеллектуальная система будет выполнять следующие действия, входящие в процесс подбора сценария сертификации, а именно:

• Обрабатывать заявки клиентов и назначать доступных консультантов;

• В режиме диалога собирать данные о продукте, который необходимо сертифицировать;

• Ознакомить клиента с возможными способами сотрудничества;

• Предлагать подходящие сценарии сертификации;

• Консультировать по каждому из сценариев сертификации;

• Назначать встречи с консультантом.

Чат-бот будет находиться в открытом доступе в одном из выбранных мессенджеров и использоваться для круглосуточного консультирования клиентов. Также предполагается, что ботом смогут пользоваться пользователи, которые не являются клиентами, но заинтересованы в получении информации о возможной интеграции и сертификации.

Разработка виртуального помощника для подбора сценариев интеграции позволит через диалог с пользователем выбрать наиболее подходящий сценарий интеграции, а также решать часть проблем, возникающих в процессе интеграции.

Список литературы:

1. Гинзбург И. Б. Состав и архитектура взаимодействия модулей функционально насыщенного автономного веб-приложения для распределенных систем информационной поддержки различных этапов жизненного цикла аэрокосмической техники // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. №6. С. 130-133.

2. What is SAP HANA? An unrivaled data platform for the digital age [Электронный ресурс] // SAP Software Solutions. Business Application and Technology. – Режим доступа: https://www.sap.com/cis/products/hana.html (дата обращения: 04.02.2020)

Разработка технологического процесса сборки изделия «Закрылок» и его параметризация

Мелин М.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков А.В.
МАИ, Москва
fallout696@mail.ru

Основной целью моей работы является разработка технологического процесса сборки изделия "Закрылок" и его параметризация. Для этого выполняется: разработка конструкторской модели изделия; разработка технологической модели изделия, в которую входят: геометрическая модель, информационные модели каждой сборочной единицы и сборки всего изделия; разработка модели производственной спецификации; разработка задачи технологического проектирования. Также выполняется отработка комплексной модели изделия: формирование и анализ конструкторско–технологического решения.

Создание и проектирование структурной схемы модели «Закрылок» выполнялось по принципу «сверху вниз», что дает возможность получить результат расчетов при незнании большого количества параметров и состава некоторых узловых элементов.

Формирование геометрической и информационной моделей изделия "Закрылок" производилось в программно-методическом комплексе структурно параметрического моделирования (ПМК СПМ)

При создании модели изделия «Закрылок», на первых этапах была реализована следующая схема членения:

1 — Закрылок

2 — Механизм управления

3 — Имитатор крыла самолёта

Внешний контур закрылка весьма сложен. Графические примитивы ПМК СПМ не позволяют создавать такой сложный контур без достаточно большого количества примитивов. Однако средства ПМК СПМ позволяют задавать контур по точкам и применять к нему различные операции, например, выталкивание или вращение.

Механизм управления положением закрылка весьма сложен. Во-первых, он состоит из непростых составных частей, а во-вторых при разработке параметризации придется брать во внимание, что при изменении угла, должны меняться и параметры углов наклона сразу нескольких элементов, причем на разный угол.

Создадим модель имитатора крыла с целью показания крепления управляющего механизма к крылу и возможности сопоставления форм и размер закрылка к крылу самолёта.

Внешний контур закрылка в некоторой степени схож с внешним контуром условного крыла самолёта. В связи с этим, технология по созданию контура для модели крыла такая же, как и для закрылка.

По ранее созданным изделиям создадим информационную модель сборки.

Исходя из фрагмента технологии изготовления детали, можно выделить следующие элементы маршрута в соответствии с видом выполняемых операций:

- Заготовительные операции;
- Кузнечные операции;
- Механические операции;
- Контрольные операции;
- Слесарные операции;
- Малярные работы.

Для решения задачи технологического проектирования необходимо воспользоваться процедурой «Проектирования», которая реализована в модуле «PrTech», входящего в состав ПМК СПМ.

Процедура проектирования формирует решение в виде модели технологического решения (МТР) основываясь на данных описанных в технологической модели изделия (ТМИ), модели технической системы (МТС) и модели элемента технологического решения (МЭР).

Для того что бы эффективнее использовать результаты решения задачи технологического проектирования, необходимо что бы параметры для элементарно обрабатываемых поверхностей, используемых в технологическом маршруте изделия отвечали текущему состоянию геометрического макета, для этого воспользуемся функционалом получения значений параметров используя структуру модели, для этого необходимо включить модель геометрического макета и модель задачи технологического проектирования в одну модель. В качестве объединяющей модели предполагается использовать модель производственной спецификации. Таким образом в модель производственной спецификации мы должны будем добавить геометрический макет и модель задачи технологического проектирования.

Разработка курса компьютерной графики с применением программы трехмерного моделирования и визуализации Blender 3D и его интеграция в учебный процесс

Мельников Е.Д., Хорошко А.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хорошко Л.Л.
МАИ, Москва
evgeny-1998@bk.ru

В настоящее время одним из важнейших навыков, которым должен обладать специалист в области компьютерных технологий является владение программами компьютерной графики. Именно поэтому, для технического университета необходимым и востребованным является совершенствование программ учебных дисциплин, обеспечивающих графическую подготовку студентов. К таким дисциплинам относится в т.ч. "Компьютерное моделирование пространственных форм", входящей в учебный план обучения бакалавров. Ключевой задачей является развитие у обучающихся не только навыков владения программой, но и развития пространственного мышления.

С развитием технологий в программах компьютерного моделирования интегрируются новые модули, а также растет спектр доступного ПО. Именно поэтому программы обучения должны постоянно совершенствоваться, обеспечивая конкурентоспособные и актуальные знания для подготовки специалистов в сфере компьютерных технологий.

В ходе проекта было проанализировано наиболее востребованное программное обеспечение для 3D моделирования и визуализации, в т.ч. Blender 3D, которая включает в себя весь спектр инструментов, необходимых для будущего специалиста. Главным преимуществом применяемого ПО является доступность и открытый код. Blender содержит в себе не только инструменты моделирования, но и скульптинга, анимации, симуляции, рендеринга и постобработки, монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов», а также создания 2D-анимаций.

Программа включает в себя:

- Поддержку различных видов моделирования: полигонального, с помощью кривых, NURBS, metaballs (метасферы), скульптурное моделирование и векторные шрифты;
- Модификаторы для применения неразрушающих эффектов;
- Универсальные встроенные механизмы рендеринга и интеграция с сторонними программами визуализации;
- Инструменты анимации;
- Базовые функции нелинейного видео и аудио монтажа;
- Композитинг видео, работа с хромакеем;
- Систему частиц;
- Контроль в реальном времени объектов в процессе симуляции и рендеринга;
- Динамику мягких тел;
- Различные виды текстурирования;
- Создание 2D анимации.

Таким образом, использование программы Blender 3D позволяет обучить студентов навыкам, необходимым для разработки полного пайплайна внутри программы, не перенося проекты в сторонние программы.

Разработанный курс не только будет учитывать особенности программы, но и эффективно интегрироваться в учебный процесс. Blender 3D имеет открытый код, который позволяет не только создавать и интегрировать новые модули в программу, но и интегрировать дисциплину компьютерного трехмерного моделирования в программу изучения языков программирования. Также, в процессе обучения должны быть рассмотрены главные аспекты трехмерного моделирования и инструменты визуализации, именно поэтому программа обучения будет включать в себя:

• Изучение инструментов для создания трехмерных моделей различной степени сложности и детализации;

• Инструменты и правила создания правильной топологии для анимации, 3D печати, визуализации;

• Инструменты визуализации и рендеринга;

• Базовые принципы анимации.

Таким образом, в ходе работы было проанализировано различное программное обеспечение для компьютерной графики, в том числе программный комплекс Blender 3D, включающий все необходимые инструменты и разработан курс компьютерной графики, учитывающий возможности интеграции с другими дисциплинами.

Состав элементов программного обеспечения визуализации диаграмм бизнес-процессов

Мельникова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
av_melnikova@bk.ru

Компьютерные программы способны существенно упростить построение бизнес-моделей благодаря возможности легкой для восприятия визуализации данных. Системы для бизнес-моделирования зарекомендовали себя как средство анализа и оптимизации деятельности предприятий. Основными преимуществами являются наглядность, детализация и удобство автоматизации бизнес-процессов.

Для визуализации данных используют нотации — стандартизированные системы условных обозначений, применяющихся для графического описания бизнес-процессов. Наиболее известными и проработанными среди них являются семейство IDEF (I-CAM DEFinition или Integrated DEFinition), eEPC (extended Event Driven Process Chain) и BPMN 2.0 (Business Process Model and Notation).

В данном проекте используется нотация eEPC. Модели, построенные в данной нотации, представляют собой последовательную диаграмму событий и функций, упорядоченных и связанных при помощи логических операторов OR, AND и XOR. Также на диаграмме можно показать сотрудников (ответственных и исполняющих), документацию, ресурсы, программное обеспечение и иную дополнительную информацию. Имеющихся в нотации знаков достаточно для моделирования любого процесса. Проект представляет собой приложение для операционной системы Windows, позволяющее создавать диаграммы бизнес-процессов в соответствии с нотацией. Проект реализован с использованием языка программирования C#, фреймворка.NET, библиотек Windows Presentation Foundation (WPF) и LiveCharts.

Данный проект предназначен для предприятий, которые нуждаются в моделировании, анализе и реорганизации бизнес-процессов.

Список литературы:

1. Рихтер Дж. P55 CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft.NET Framework 4.5 на языке C#. 4-е изд. — СПб.: Питер, 2013. — 896 с.

2. Репин В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов — Манн, Иванов и Фербер; Москва; — 56 с.
3. Документация по LiveCharts. https://lvcharts.net/

Моделирование и анализ конструкции элементов изделия «Рама кантователя»

Меньших Ю.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
yura.menshikh@yandex.ru

Каждый год на предприятиях появляются сотни свежих мыслей, призванных ускорить конструирование, сделать лучше потребительские качества изделий, убавить затраты на производство. Доля данных идей при первичном рассмотрении признаётся несостоятельными, из остальных, пущенных в разработку, планируемого эффекта не приносит, как минимум половина, и только небольшая часть оказывается воплощённой в конечном изделии. Впрочем, сколько при этом выполняется информационных данных! Документация, версии, исправления, конфигурации, вносимые различными людьми – разобраться со всем этим вручную в том числе и в маленькой фирме может быть не под силу. Использование PLM-системы разрешает сделать контролируемую среду распространения данных, в которой возможно сберечь все идеи и документацию, которые в последующем станут доступны по первому запросу строго определённому регламентами кругу лиц. Внедрение PLM-системы разрешает освободиться от ненадобной дублирующейся информации.

Внесение в PLM-систему данных о более старых разработках изначально кажется, что имеет возможность не стать продуктивной практикой, впрочем, подобный расклад разрешает вторично применить идеи, благополучно показавшие себя на прошлых планах. Взамен такого, дабы расходовать время на повторное открытие колеса, лучше достать его из архива PLM-системы. А в случае если необходим иной его вариант, почему бы для начала не изучить десятки его вариантов, уже имеющихся в архиве.

Действительность такая, что ведение бизнеса в данный момент связано с неизменным общением не лишь только изнутри фирмы, но и с партнёрами, поставщиками и в том числе и покупателями, оказавшимися в различных концах не только одного мегаполиса, государства, но и всего земного шара. Оснований тому может быть много. Может быть, у фирмы нет сотрудников, хорошо разбирающихся в той или иной сфере, поэтому поиск специалистов из другой фирмы – единственный выход. Либо такие сотрудники имеются, но они заняты другими проектами. Также имеет смысл сделать заказ разным фирмам на изготовление, чем выполнять производство самостоятельно. А уж в случае, если вести разговор на тему технической помощи изделия, то обеспечивание взаимодействия между географически распределёнными участками жизненного цикла изделия, является условием, с которым без проблем справляется PLM-система.

Применение нейронных сетей для распознавания контекстных синонимов

Милованова Е.Е.
Научный руководитель — к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
milovanova.e1997@gmail.com

Естественный язык — в лингвистике и философии языка – это язык используемый для общения людей (в отличие от формальных языков и других типов знаковых систем, также называемых языками в семиотике) и не созданный целенаправленно (в отличие от искусственных языков) [1]. Сложность получения формального представления естественного

языка требует развития информационных систем, способных анализировать и выделять смысловое значение единиц языка.

Процесс обработки текста на естественном языке условно разделяется на два — поверхностный и глубокий. В информационных системах, используемых повседневно, чаще используется поверхностный анализ, подразумевающий узкую направленность применения [2]. Для расширения возможностей систем обработки требуется качественное улучшение обработки, которое позволит работать с понятийными аспектами и образами, используемыми в естественном языке. Оно подразумевает использование в процессе анализа совокупности характеристик единиц текста, которое позволит с уточить вложенный в них смысл.

В качестве частного примера для исследований были взяты контекстные синонимы – слова, которые сближаются по значению только в условиях одного контекста [3].

Контекстуальные синонимы определяются человеком как продукт индивидуального творческого акта, создающего близость значения слов в рамках определённого контекста. В связи с этим анализ контекстуальных синонимов имеет особое значение при рассмотрении художественного текста: контекстные синонимы возникают из необходимости фиксировать в слове новые оттенки явления, представления или понятия и так определённым образом характеризуют не столько явление, сколько его оценку, отношение к нему. Следствием из этого утверждения является то, что не всегда контекстные синонимы являются синонимами в языковой системе [4].

На данный момент не существует программных средств, способных корректным образом выделять контекстные синонимы. Проведённый анализ контекстных синонимов художественных текстов показал высокую степень их разнообразия, на основе чего были сделаны выводы о том, что:

• Крайне проблематично разработать количество правил выделения контекстных синонимов, достаточное для их реализации в информационных системах;

• Многие единицы текстов демонстрируют схожие морфологические характеристики и синтаксическое поведение, на основе которых возможно создать алгоритм выделения контекстных синонимов.

Контекстные синонимы — это пример художественного средства выражения автором его мысли, отношения к описываемым объектам и понятиям [5] и могут быть применимы как к отдельным словам, так и к словосочетаниям. Для выделения данных художественных единиц текста предлагается использовать нейронную сеть Кохонена — самоорганизующуюся сеть, которая позволяет выявлять кластеры (группы) входных векторов, обладающих некоторыми общими свойствами [6].

В качестве выборки объектов для обучения используется вектор характеристик, включающий в себя часть речи, число, род и т.д. и синтаксическое дерево, полученных при помощи фреймворка TAWT [7], содержащего инструменты для обработки текстов на русском языке. В результате будут сформированы наборы «похожих» векторов, принадлежащих словам, которые предположительно могут являться контекстными синонимами, т. е. выделены предполагаемые синонимические ряды.

Решение проблемы выделения контекстных синонимов станет значительным продвижением в исследованиях в области компьютерной лингвистики. В дальнейшем данные исследования могут быть практически применимы как в направлении автоматизации переводов, решении задач реферирования, аннотирования, сравнения текстов и др., так и в проектировании систем более глубокого анализа текстов на естественном языке с целью определения смысла текста.

Список литературы:

1. Глоссарий по информационному обществу / Под общ. ред. Ю.Е. Хохлова. — М.: Институт развития информационного общества, 2009. — 162 с.

2. Роб Хай. Эпоха когнитивных систем: Принцип построения и работы IBM Watson: Публикации Redguide, 2013. 3 с.

3. Genon [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.genon.ru/GetAnswer.aspx?qid=b7a18f62-e7f6-4cfe-883c-b2be90d21781, свободный.

4. Белькова А.Е. Контекстуальные синонимы как стилистическое средство выразительности в языке поэзии В. А. Мазина // Вестник Нижневартовского государственного университета, 2019 г.
5. Белькова А.Е. Контекстуальные синонимы как стилистическое средство выразительности в языке поэзии В. А. Мазина.
6. Горбаченко В.И. Нейроинформатика. Конспект лекций. Пенза: Пензенский государственный педагогический университет, 2011.
7. Фреймворк TAWT // Портал «Анализированный анализ текста» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://textanalysis.ru/jce/details/tawt, свободный.

Оптимизация системы управления складом предприятия

Мичурин А.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Колесников Д.А.
МАИ, Москва
amichurin0@gmail.com

Каждое торговое или промышленное предприятие имеет склад. Он должен быть таким местом, из которого все принятые товары отгружаются как можно быстрее, результативнее и эффективнее [1]. Современные помещения для хранения могут вмещать в себя несколько десятков тысяч позиций, что делает невозможным физический учет постоянно изменяющегося ассортимента и даже использование интегрированных между собой программ складского, финансового и бухгалтерского учета не даст высокого результата.

Сегодня одно из основных направлений повышения эффективности работы склада крупного предприятия — внедрение и использование ERP-систем. Аббревиатура расшифровывается как Enterprise Resource Planning или планирование ресурсов предприятия. Информационные системы этого класса предназначены для управления трудовыми, финансовыми ресурсами и другими, в том числе — хранящимися на складе (продукция и сырье). Главное достоинство заключается в том, что все необходимые для управления этими ресурсами функции осуществляются из одной программы, а данные хранятся в одной базе, что значительно упрощает и ускоряет работу сотрудников, снижает вероятность ошибок, которые приводят к задержкам и убыткам.

Рынок – динамическая система, со временем изменяются его условия и потребности клиентов. Для устойчивого развития предприятиям требуется адаптироваться к переменам и зачастую вносить изменения в свою структуру. Важное отличие ERP от интеграции нескольких программных продуктов между собой или от системы, которая выросла из специализированной за счет многочисленных доработок и надстроек заключается в том, что к системе могут быть добавлены новые функциональные модули. Подключение этих модулей осуществляется без изменения в структуре информационный системы, а устаревшие дополнения могут быть так же просто отключены. Такая программная архитектура позволяет поддерживать необходимую гибкость в работе предприятия.

Оптимизация системы управления складом предприятия будет рассмотрена мною на примере Axapta 2009 от Microsoft, именно она используется в качестве ERP-системы ЦУМа. В дополнение к ней имеется система управления базой данных — Microsoft SQL Server с языком Transact-SQL, в ней будут храниться вся информация для использования в MS Axapta. Само дополнение к системе будет создано в среде разработки MorphX на объектно-ориентированном языке высоко уровня X++, применяемом для разработки в ERP-системе [2]. Созданный модуль будет интегрирован в MS Axapta 2009, что позволит оптимизировать работу склада предприятия.

Список литературы:

1. Гвинн Ричардс. Управление современным складом. Эксмо, 2018. 475 с.
2. Andreas Luszczak. Using Microsoft Dynamics AX 2009. Vieweg+Teubner Verlag, 2010. 355 с.

Исследование и анализ алгоритмов генерации ландшафтов

Моисеев А.А.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
sofa-brosorgc@yandex.ru

В наше время цифровое представление карт используется в разных областях: климатографии, решении задач биологического разнообразия, исследовании этнографического развития, создании компьютерных и настольных игр и других. Каждый алгоритм генерации имеет свои преимущества и недостатки и довольно сложно выбрать, какой из алгоритмов лучше подходит для той или иной задачи.

В ходе исследования были выбраны наиболее известные и часто используемые алгоритмы:

1. Шум Перлина [1].
2. Алгоритм Форчуна [2].
3. Алгоритм «diamond-square» [3].

Анализ проходил по следующим критериям:

• Скорость работы алгоритма.
• Возможность автоматизации разбиения ландшафта на биомы.
• Существование библиотек.
• Востребованность.
• Возможность создания карты в 2D/3D формате.

По итогам изучения алгоритмов, были сделаны следующие выводы:

• Алгоритм «diamond-square» [3] является самым быстрым, так как нет большого количества вычислений, в отличии от остальных.

• Только алгоритм Форчуна [2] обладает возможностью разбиения ландшафта на биомы.

• Отдельных библиотек не существует, однако данные алгоритмы встречаются в реализациях некоторых комплексных программ с определёнными модификациями. В готовых продуктах рассматриваемые алгоритмы в чистом виде не используются.

• Алгоритм «diamond-square» [3] преимущественно используется для создания 3D ландшафта, в то время как другие лучше подходят для 2D карт.

• При необходимости создания схематического представления карт, можно использовать алгоритмы в чистом виде. Однако при большей детализации необходимы дополнительные модификации.

На основе данных исследования предполагается создать программное обеспечение, позволяющее генерировать схематичные карты и имеющее набор инструментов для создания реалистичного ландшафта.

Список литературы:

1. Грег С. Н. Создание 3D-ландшафтов в реальном времени с использованием C++ и DirectX. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: КУДИЦ-Образ, 2006. 368 с.: ил.

2. Алгоритм Форчуна, подробности реализации [Электронный ресурс]//Хабр: сообщество IT-специалистов 2018, 22 нояб.URL: https://habr.com/ru/post/430628/ (дата обращения: 20.09.2019)

3. Мортин К. В. Методы и алгоритмы генерации синтезированных ландшафтов. 1-е изд, СПб.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 112 с.: ил.

Разработка объединенной системы ERP и CRM для реализации бизнес логики компании RaceX

Молодшев Д.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
idaniil10@yandex.ru

Практически невозможно не согласиться с тем фактом, что сегодня, в 21 веке, информационные технологии проникли во все сферы жизни общества, они делают нашу жизнь проще, продуктивнее и разнообразнее. Разумеется, одной из сфер, в которых IT развивается максимально прогрессивно является бизнес. Автоматизация любых рабочих процессов ведет к повышению качества работы компании, увеличению лояльности и вовлеченности клиентов, а как следствие, росту прибыли. Один из способов применения информационных технологий в бизнес-процессах — мониторинг процесса работы с клиентом. На сегодняшний день, мы знаем этот инструмент под аббревиатурой CRM.

CRM или CRM-система происходит от английского Customer Relationship Management (система взаимоотношения с клиентами). Представляет собой программное обеспечение, используемое для выстраивания стратегий взаимодействия с потребителем услуг или товаров компании, повышения количества и качества продаж, оптимизации маркетинговых расходов. Система фиксирует поток движения клиента или заявки от клиента по всему циклу бизнес-логики продаж внутри компании, сохраняет историю заказов и обращений клиента, а также хранит личную информацию пользователя, упрощая взаимодействие с ним.

CRM-система может включать следующие компоненты:

• Frontend предназначенный для обслуживания клиентов менеджерами по продажах, например, в call-центрах или физических магазинах

• Backend предназначенный для проведения операций, хранящий оперативные данные и отчетность

• Центральное хранилище информации (база данных)

• Аналитический сервис, осуществляющий автоматизированный анализ накопленной информации

Однако, не смотря на тот факт, что любой бизнес так или иначе ориентирован на конечного потребителя, так же существует необходимость учета внутренних активов компании. Подобный функционал реализуют так называемые ERP-системы.

ERP происходит от английского Enterprise Resource Planning (планирование ресурсов предприятия). Осуществляет управление трудовыми и производственными ресурсами и прочими активами компании.

Компания RaceX — лидер рынка организации автоспортивных тренировок. Функционирует с 2016 года. С ростом количества продаж появилась необходимость более детальной работы с клиентом, лучшего учета и трекинга. Помимо этого, увеличивались и активы компании, расширялся штат сотрудников, покупались новые автомобили. Когда руководство компании осознала необходимость интеграции в рабочий процесс CRM и ERP систем и данная задача была передана в реализацию, образовалась проблема, связанная с нестандартным алгоритмом взаимодействия этих двух систем между собой. Самым простым решением для небольшой компании является передача такого решения на аутсорс внешним компаниям. Однако, из-за обозначенной ранее проблемы нестандартного пути следования продажи в компании, готовых решений на рынке не оказалось. Разработка необходимой системы "под ключ" так же не состоялась по ряду внешних факторов. В результате было принято решение о разработке комплекса внутри компании под собственные нужды.

В своей работе я привожу детально описанный процесс проектирования, разработки, апробации и введения в эксплуатацию объединенной CRM и ERP системы, разработанной непосредственно под задачи и требования конкретной компании и реализующей её бизнес логику.

Состав элементов программного обеспечения агрегатора новостей авиационной промышленности

Морозов П.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
levupia@gmail.com

В современном мире человека окружает огромное количество различной информации, и, чтобы найти что-то нужное, необходимо потратить много усилий и времени. Существуют новостные порталы, на которых содержится обилие информации о том, что произошло в последнее время. Но нет разделения по тематике новости, её важности.

Чтобы выделить из разных источников только новости по определенной теме, и получать всю актуальную информацию в одном месте, используют новостные агрегаторы.

Новостной агрегатор — это информационный Интернет-ресурс, сайт, отображающий отсортированную новостную ленту, формируемую им подборку из новостей с различных ресурсов, автоматически по определенному алгоритму.

Проект представляет собой новостной агрегатор, который собирает актуальные новости по тематике авиационной промышленности. Для этого на сервере разработана служба, которая разбирает содержимое новости с различных новостных ресурсов и добавляет соответствующую метаинформацию в собственную базу данных. Ресурс предоставляет возможность входа в личный кабинет и самостоятельной настройки списка сайтов, с которых будут собираться новостные статьи. Также, работает возможность поиска по тегам и другим мета-данным в базе.

Для реализации данного проекта необходимы следующие компоненты:

• Web-приложение на языке программирования C#, с использованием технологии ASP.NET;

• База данных, реализованная с помощью Microsoft SQL Server и технологии Entity Framework;

• Набор графических интерфейсных компонентов для приложения на базе технологий HTML5, CSS3 и JavaScript;

Данный проект предназначен для пользователей, которым интересна тема авиационной промышленности и нужен ресурс, собирающий все актуальные новости в одном месте.

В дальнейшем планируется введение в проект возможности авторизации через социальные сети и почтовые службы, а также возможность самостоятельного добавления пользователем интересующих его ресурсов.

Список литературы:

1. Рихтер Дж. P55 CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft.NET Framework 4.5 на языке C#. 4-е изд. — СПб.: Питер, 2013. — 896 с.
2. Документация по ASP.NET. https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/#pivot=aspne
3. Тепляков С. Паттерны проектирования на платформе.NET. — СПб.: Питер, 2015. — 320 с.
4. Флэнаган Д. JavaScript. Подробное руководство. — СПб: Символ-Плюс, 2008. — 992 с.

Web-сервис для анализа и рекомендации мест отдыха

Мошкевич Д.Я.
Научный руководитель — Квашнин В.М.
МАИ, Москва
lusydd13@gmail.com

С каждым годом путешествия становятся всё более популярным вариантом отдыха, однако, до сих пор не существует ресурса, позволяющего подобрать поездку по параметрам, отвечающим всем запросам отдыхающих. На данный момент большинство подобных

сервисов предлагают клиентам выбор по странам, сезонам или крайне ограниченному набору типов.

Существуют сайты, на которых можно ознакомиться с предложениями туроператоров по пляжному и разным видам активного отдыха. Если же предполагаемый турист не заинтересован в покупке тура, ему придется предварительно провести собственные исследования мест, где требуемые развлечения, во-первых, будут доступны, во-вторых, удовлетворят по цене и другим критериям. Их самостоятельное сравнение потребует значительных временных и умственных затрат. Большинство сервисов, не ориентированных на цельные туры, позволят подобрать жильё, либо билеты на транспорт, что даже для самостоятельного туриста, который точно знает, куда хочет отправиться, очень затрудняет анализ предполагаемых затрат на поездку.

Основной задачей выполняемого проекта является создание сервиса, который не только поможет подобрать место отдыха по запросу клиента, но и предоставит ему всю необходимую информацию по выбранному направлению от цен на жильё и билеты, до доступных вариантов проведения досуга. Внимание было уделено как основным значимым характеристикам, таким как визовый режим и климат, так и менее значимым досуговым услугам. В случае, если место отдыха по запросу найти не удалось, сервис предоставит альтернативы, удовлетворяющие части заданных критериев.

Для практической реализации веб-сервиса мною был выбран язык Python, который не так давно начал завоевывать популярность в среде веб-разработки благодаря своей универсальности, удобству отладки и хорошей читаемости кода. Далее выбор встал между двумя наиболее используемыми python фреймворками, а именно Flask и Django. Бытует мнение, что Flask подходит только для создания небольших проектов, так как уступает Django по функционалу, однако, это не совсем так. Принципиальное отличие между этими фреймворками в том, что Django сразу предоставляет набор инструментов, достаточный для решения большинства задач – ORM для работы с базой данных, механизм миграций, систему аутентификации пользователей и др., Flask в свою очередь, изначально включает в себя самый минимум функций и требует постепенного наращивания функционала, вследствие чего является более кастомизируемым. Для данного проекта оптимальным вариантом является Django, так как он позволяет не тратить время на создание и отладку основных, общих для большинства веб-приложений, механик, а сосредоточится на внутренней логике приложения.

Исследование возможностей применения гибких методологий для управления виртуальными командами

Насырова С.Р., Молодовский Е.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
sof9565@yandex.ru

С каждым годом количество распределенных команд в мире возрастает. Причинами данного роста является глобализация и общей тенденция к найму сотрудников на удаленной основе. По данным опроса пользователей ресурса hh.ru в 2019 г. доля российских соискателей, работающих удаленно составляет 31%.

Потребность в стандартах управления распределенными командами неуклонно растет. Как правило такие команды придерживаются классических методологий управления проектами. В 90% случаев в распределенных командах используется методология SCRUM.

Основой SCRUM-процесса является постоянное тесное общение между членами команды. В виртуальных командах это порождает такие проблемы как медленные коммуникации между членами команды, потеря контроля руководства над процессом работы, длительные и неэффективные совещания, информационная перегрузка сотрудников, трудности сбора команды и другие.

Для оптимизации процессов управления командой возможно использование специального инструмента управления проектами, который отвечает следующим требованиям:

• Асинхронность — любой член команды имеет доступ к сервису в удобное для него время;

• Автономность — все рабочие процессы консолидированы в одном сервисе;

• Прозрачность — руководство понимает статус задач в работе;

• Простота интеграции — сервис подходит любой команде, которая работает по SCRUM.

На основе разработанных решений был спроектирован сервис для управления виртуальными командами, создан MVP такого сервиса и внедрен в процесс разработки виртуальной команды. Через 4 месяца использования была собрана статистика по использованию данного сервиса и сделаны следующие выводы об эффективности предложенных решений:

• Производительность команды увеличилась;

• Членам команды стало удобней проводить совещания и оценивать задачи;

• Значительно упростился процесс оценки больших составных задач;

• Члены команды стали меньше общаться друг с другом, но это не повлияло на продуктивность работы.

Исследование интеграции государственных автоматизированных информационных систем с помощью GraphQL

Никонов Ю.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва
nikonovyura95@gmail.com

Современная Россия переживает пик эпохи цифровой трансформации, форсируемой как внутренней государственной политикой [1], так и внешними санкциями [2]. В результате ежегодно на федеральном, региональном и местном уровне внедряются десятки информационных систем, автоматизирующих технологические, организационные процессы, а также узкоспециализированные прикладные задачи [3]. Эти факторы приводят к формированию гетерогенной ИТ инфраструктуры (инфраструктуры информационных технологий), характеризующейся:

• Наличием множества информационных систем, спроектированных и реализованных независимыми производителями на разных технологиях;

• Отсутствием единой модели данных и сквозных процессов их обработки;

• Наличием большого количества баз данных с разрозненной и дублирующийся информацией;

• Наличием большого числа несогласованных механизмов интеграции.

В результате возникает проблема значительного повышения трудоёмкости, стоимости и времени внедрения новых информационных систем, с сохранением предыдущих инвестиций (предыдущих внедренных информационных систем) [4].

Для решения данной проблемы проанализированы основные применяемые модели интеграции:

• Интеграция "каждый с каждым" – создание специализированных интерфейсов обмена данными для каждой пары обменивающихся приложений;

• Интеграция на уровне пользовательских интерфейсов – приложения используют друг друга через пользовательский интерфейс (screen scraping);

• Интеграция на уровне данных – создание общих хранилищ данных (datawarehouses), доступ к которым осуществляется независимо от породившей их бизнес-логики;

• Интеграция на уровне информационных ресурсов – интеграция с помощью ECM-технологии (Enterprise content management: управление корпоративным контентом), которая позволяет объединять разрозненные информационные системы предприятия, связывая их на уровне потоков информации и бизнес-процессов;

• Интеграция на уровне корпоративных приложений (EAI, Enterprise Application Integration) – совместное использование исполняемого кода, а не внутренних данных приложения;

• Интеграция при помощи Web-сервисов – обеспечение стандартизированным для Web-служб интерфейса доступа к приложениям и данным.

Информационные системы могут иметь разные модели интеграции, поэтому после создания единой модели данных организации, для сбора её объектов потребуется разработать для каждой системы интеграционный адаптер.

Для запроса внешней системой объектов из единой модели данных организации, предлагается использование наиболее эффективных и массово применяемых на текущий день технологий: RESTFUL, SOAP, JSON-Pure, GrapQL, Falcor [5]. Анализ данных технологий показал, что информационное взаимодействие эффективнее стандартизировать с помощью технологии GrapQL. По сравнению с остальными технологиями, она позволяет проще масштабировать подключаемые сервисы, без необходимости полного обновления запросов. Также технология обеспечивает троекратное ускорение получения данных по сравнению с RESTFUL [6].

Технология GraphQL предусматривает одну стандартизированную точку входа (запроса данных), что значительно снижает трудоёмкость внедрения новых информационных систем за счёт отсутствия требований изучения и проектирования различных механизмов интеграции. Для оценки эффективности предлагаемого подхода, было проанализировано 22 внедренных проекта, рассчитаны средние показатели количества интегрируемых систем, времени, затраченного на реализацию механизмов интеграции и трудоёмкости интеграции. В среднем процесс интеграции занимал 40% времени, при этом использование модели интеграции при помощи Web-сервисов на основе GrapQL снижало трудоемкость процесса интеграции в 7 раз. Исходя из этого можно сделать вывод, что использование данного метода в среднем позволяет на 34,3% сократить время внедрение новых информационных систем.

Список литературы:

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»

2. Ширяева Д.В. Информационные технологии в процессе реализации политики импортозамещения / Ширяева Д.В., Агафонова В.В.// Проблемы развития предприятий: теория и практика. – 2016. – С. 176.

3. Кравчук Н.Ю. Государственные информационные ресурсы Российской Федерации на современном этапе: проблемы и перспективы развития / Кравчук Н.Ю., Юрков Д.В. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Государственное и муниципальное управление. 2017. Т. 4. № 2. С. 116-129.

4. Кусов А.А. Проблемы интеграции корпоративных информационных систем / Кусов А.А. // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2011. — № 4 (28) – С. 103-109.

5. Воронина Н.В. Анализ существующих подходов в реализации API веб-сервиса / Воронина Н.В.// Научные исследования: Ключевые проблемы III тысячелетия. — 2018. С. 21–24.

6. Bc. Dominik Hanák. GraphQL as modern access to jBPM process engine / Bc. Dominik Hanák – Master's Thesis, Masaryk University, Brno, Czech Republic, 2019 – 80 p.

Разработка исполняющей среды по созданию обучающих симуляторов

Новиков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Павлов В.Ю.
МАИ, Москва
bashargrey@gmail.com

В современном обществе все чаще и чаще прибегают к использованию компьютерных симуляторов, потому что это удобнее, экономичнее и эффективнее при обучении будущих специалистов. В пользу такого подхода существует несколько причин. Во-первых, это сводит

к нулю вероятность возникновения опасных для жизни ситуаций, вызванных недостатком опыта у обучающегося. Во-вторых, такой способ экономичнее, потому что при обучении необходим только компьютер с запущенной на нём симуляцией.

Можно говорить о том, что все подобные симуляторы имеют довольно схожую структуру. Она регламентирует отношения между преподавательским и студенческими профилями. Преподаватель должен иметь возможность редактировать, выдавать, проверять и оценивать выполнение заданий, хранить информацию о результатах тестирования. В свою очередь студенту должна быть предоставлена возможность получать доступ к интерактивному интерфейсу обучения, инструкциям и обучающим примерам, для подготовки и успешного выполнения стоящих перед ним задач.

Чтобы упростить процесс создания обучающих симуляторов и сохранить особенности взаимодействия преподавателя и студента разрабатывается исполняющая среда. Это должно быть приложение с различным набором пользовательских интерфейсов, позволяющее запускать заранее созданные симуляции различных процессов. Для быстрого и удобного знакомства с исполняющей средой будет написана спецификация по разработке новых пользовательских интерфейсов. С её помощью каждый преподаватель будет иметь возможность настроить среду для выполнения важных для него задач. При необходимости можно обратиться за помощью к стороннему разработчику, который займётся созданием интерфейса, потому что вся низкоуровневая логика обработки информации будет реализована в самой платформе и не будет волновать создателя интерфейса.

После разработки исполняющая среда будет представлять из себя удобный инструмент по созданию обучающих симуляторов. её использование позволит сберечь как преподавательское время, так и силы студентов.

Разработка сервиса для автоматической генерации сборника тезисов в системе электронного документооборота заявок

Новиков А.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
novikov@conflab.ru

Появление интернет-сервисов позволяет автоматизировать различные рутинные задачи, что способствует повышению производительности и снижению ошибок человеческого фактора. Особой популярностью web-сервисы пользуются в сфере документооборота, где выполняются однотипные задачи в большом объеме. Автором был разработан интернет-сервис, целью которого является обеспечение поддержки научных мероприятий на всех этапах, начиная от регистрации пользователей и заканчивая генерацией выходных документов. Среди них можно выделить сборник статей, электронные сертификаты, а также отчеты в виде таблиц MS Excel.

Различные мероприятия могут устанавливать разные требования к оформлению работ, регламентирующие наличие формул, таблиц, элементов форматирования и т.д. Довольно часто большое количество правил порождает ошибки, на исправление которых тратится много времени. По завершении работы научного мероприятия, сотрудникам организационного комитета приходится объединять материалы, вручную корректируя стиль каждой работы. В то время, как количество заявок часто превышает 1000, а большая часть из них отправлена в последние дни срока. После закрытия приёма, работы могут дополнительно корректироваться, в результате чего формирование сборника откладывается на последний момент.

Для решения задачи автоматической компиляции сборника тезисов было решено внедрить систему вёрстки «TeX», что позволяет организатору задать желаемую структуру документа, определив главы, стилевые свойства, отступы. Тем временем, участнику необходимо лишь набрать текст с помощью визуального редактора, или импортировать файл формата «*.tex». Гибкий механизм такого решения позволит обеспечить полноценную

поддержку математических формул, схем, оформление заголовков различных уровней. Стоит отметить, что часто используемый в научных работах механизм цитирования библиографических источников доступен «из коробки», что предполагает задел на будущее для реализации визуального интерфейса генератора цитат в различных форматах.

Разработка системы интерактивного обучения языкам высокого уровня и внедрение в учебный процесс в Ступинском филиале МАИ

Новиков Б.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Челпанов А.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
nboris1994@yandex.ru

Образовательный процесс один из наиболее важных аспектов в жизни каждого человека. Он дает нам знания, которые помогают создавать все более новые высокотехнологичные и автоматизированные системы.

Некоторые люди посвящают образованию всю жизнь. А некоторые ограничиваются на общеобразовательных учреждениях и не стремятся развиваться дальше. Поэтому нужно создавать что-то, что проявит интерес к образовательному процессу. Для решения данной проблемы была разработана система интерактивного обучения языкам высокого уровня и внедрена в Ступинский филиал МАИ.

Основными требованиями, предъявленными к проекту, были следующие:

- Выполнить разработку основных механизмов подсистемы интерактивного обучения;
- Выполнить разработку макета подсистемы;
- Наполнить тестовым контентом;
- Выполнить тестирование предложенных решений и устранить недостатки;
- Рассмотреть вопросы публикации, резервного копирования, восстановления, администрирования и антивирусной защиты.

Основной технологией для разработки системы является технология ASP.NET Core 3 от компании Microsoft, которая позволяет создавать web-приложения и web-сервисы. Для того чтобы в системе можно было выполнять практические и лабораторные работы, была использована библиотека Codemirror, основанная на JavaScript. Она преобразует элемент textarea в подобие IDE, с подсветкой синтаксиса, табуляцией, автоотступами, автодополнением, а также, после настройки, подсвечивает неправильность написания кода.

Реализованные функциональные возможности системы:

- Функционал управления курсами (добавление, редактирование, удаление и просмотр), а также всех других аспектов подсистемы интерактивного обучения (тесты, вопросы и т.д.);
- Функционал управления пользователями;
- Инструменты отчетности и оценки;
- Резервное копирование и восстановление данных;
- Наличие форума, чата, возможность комментировать определенное событие, т.е. функция обратной связи обучающегося;
- Корректное отображение на любом устройстве в различных современных версиях таких браузеров, как Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera, Internet Explorer, Yandex, Microsoft Edge, Safari;
- Доступ к системе с ПК и мобильных устройств.

Система развернута на сервере Ступинского филиала МАИ и дает возможность её использовать для изучения отдельных разделов дисциплин «Информатика», «Объектно-ориентированное программирование», «Алгоритмические языки и программирование», «Системное программирование».

Преимущества и недостатки микросервисной архитектуры

Новикова П.И.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
ms.polinanov@mail.ru

В настоящее время существует большая потребность в правильном проектировании высоконагруженных систем и сервисов. Сегодня наиболее популярными подходами к построению систем является микросервисная и монолитная архитектура.

Из исторической справки, микросервисная архитектура получила распространение в середине 2010-х годов в связи с развитием практик гибкой разработки и DevOps. С 2012—2014 года микросервисный подход начали активно внедрять в свои разработки компании-гиганты, такие как Google, Amazon, Facebook, Twitter и др.

В микросервисной архитектуре компоненты распределены и функционируют друг с другом, выполняя конкретные функции и задачи, которые относятся к их бизнес-возможностям. В данном контексте, «микро-» это о бизнес-возможностях, а не о размере.

Микросервисная архитектура — это подход к проектированию системы, который подразумевает под собой использование распределенной системы вместо хранения системы "монолитом" на конкретном сервере или группе серверов. Вместо хранения всех компонентов в одном месте, используя межпроцессное взаимодействие, микросервисная архитектура использует несколько небольших компонентов, каждый из которых выполняет свою функцию. Осуществляется такой подход путем разделение компонентов по разным серверам, которые взаимодействуют между собой с помощью протоколов, таких как QUIC, HTTP и др.

Монолитная архитектура является также распространённым подходом к проектирование систем. Обычно такая архитектура представляет замкнутый большой модуль, в котором спроектированы все компоненты так, чтобы вместе работать друг с другом с помощью внутрипроцессного взаимодействия. В монолитной архитектуре все бизнес-возможности не разделены и находятся в одной системе.

Для того, чтобы понять необходимость и актуальность микросервисной архитектуры в современном мире необходимо разобрать основные преимущества данного подхода.

1. Улучшает изоляцию сбоя компонентов.

Большие приложения в микросервисной архитектуре могут продолжить эффективно работать, даже при неисправности какого-то отдельного модуля.

2. Возможность масштабирования отдельных компонентов системы.

При монолитной архитектуре невозможно масштабирование отдельной системы, так как физически система является единым целым. В ней возможно только масштабирование всей системы (более мощное оборудование, дублирование системы целиком на нескольких серверах). В микросервисной архитектуре компонента является атомарном объектом и её можно масштабировать не затрагивая другие компоненты распределенной системы.

3. Возможность атомарного введения функциональности.

Благодаря тому, что компоненты атомарны, существует возможность сделать какое-либо решение доступным для пользователей, без участия в этом процессе других компонентов системы, отвечающих за другую функциональность.

4. Без привязки к конкретной технологии.

Монолитное приложение, в отличие от микросервисной архитектуры, пишется от начала до конца с использованием конкретной выбранной технологии (языка программирования). В свою очередь, микросервисы могут быть реализованы с применением различных технологий.

5. Прозрачность в понимание функциональности отдельных микросервисов.

В микросервисной архитектуре намного проще для новых сотрудников понять функциональность сервиса.

Подход проектирования систем на основе микросервисов на сегодняшний день является новым и очень популярным, но это не означает, что в нем нет своих недостатков.

Необходимо выделить недостатки в микросервисном подходе.

1. Разработка распределенных систем может быть трудной.

Все компоненты в системе, использующей микросервисный подход, являются независимыми друг от друга, что добавляет проблем в плане обработки приходящих запросов между компонентами системы. Большой трудностью в микросервисной архитектуре являются, например, распределенные транзакции, но существуют паттерны, который устраняют данную проблему.

2. Неудобно тестировать приложения, разработанные с помощью микросервисов.

Монолитная архитектура, подразумевает простое тестирование, так как все приложение находится на одном сервере. Распределенные приложения в этом плане тестировать гораздо сложнее, потому что необходимо запустить каждый микросервис для того, чтобы начать тестирование.

В заключение, необходимо отметить, что определенная архитектура выбираются под конкретное решение. Нельзя бездумно следовать современным подходам, необходимо тщательно проанализировать конкретный бизнес-кейс и все ключевые моменты в нем и выбрать правильный архитектурный подход.

Влияние архитектурных решений при выборе подхода к проектированию системы дадут о себе знать только спустя какое-то время, потому что принятый архитектурный подход в начале создания проекта создается на основе неполной информации. Если на этапе проектирования системы был выбран правильный архитектурный подход, и он был выбран в пользу микросервисной архитектуры, то преимуществ от использования данного подхода будет намного больше, чем недостатков.

Исследование методов построения доверительных интервалов

Нода И.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Нагибин С.Я.
МАИ, Москва
vangold4343@gmail.com

Для обеспечения безопасности на опасных технологических производствах необходимо знать текущее состояние параметров, критическое значение которых может привести к опасным последствиям. С целью получения своевременной достоверной и актуальной информации о состоянии производственных процессов происходит внедрение систем интеллектуального мониторинга. Они позволяют оперативно узнавать общее состояние техногенной системы для принятия оперативных решений.

Часто необходимо знать не только текущее состояние параметров техногенной системы, но и их вероятностное поведение в будущем. Для этого необходимо найти распределение, которое позволило бы описать результаты измерений. Так как найти закон распределения, абсолютно точно отражающий поведение параметра, представляется очень трудной задачей, для прогноза используют функции распределения, которые аппроксимируют значения наблюдаемой величины. При этом прогноз, полученный с помощью приближенных измерений, имеет погрешность, которая выражается в виде доверительного интервала.

Алгоритм, решающий задачу нахождения доверительного коридора, имеет огромное практическое значение, так как позволяет показать вероятностное поведение отдельного параметра в будущем.

Проблема состоит в том, чтобы вычислить ошибку прогноза, так как фактическое значение прогнозируемой величины станет известно только в будущем. При разработке прогноза оценку его точности требуется производить заранее (априорно), когда истинное значение прогнозируемой величины ещё не известно. Точность прогноза будет оцениваться величиной доверительного интервала для заданной вероятности его осуществления, а под достоверностью понимают оценку вероятности осуществления прогноза в заданном доверительном интервале.

Для построения доверительного интервала необходимо определить модель, для которой этот интервал будет вычисляться. С помощью модели линейной регрессии можно построить

доверительный интервал в виде прямых, параллельных регрессионной прямой, а так также коридор, который будет учитывать оценку регрессии. Применяя модель множественной регрессии, также, как и линейную, доверительный коридор вычисляется на основании стандартного отклонения ошибки прогноза.

Использование регрессионной модели предоставляет возможность различными способами подсчитать доверительный интервал, при этом каждый из алгоритмов будет отличаться по скорости вычисления, критерию, на основании которого будет высчитываться интервал, сложности, а также по объему выборки. Так коридор, построенный за счет параллельных прямых относительной регрессионной прямой, отличается значительной простотой и скоростью вычислений, но сильно уступает в точности прогноза методу, в котором учитывается стандартное отклонение ошибки тренда.

Таким образом, необходимо учитывать, сколько будет затрачено ресурсов и на сколько полученный результат будет точен. В каком случае можно пренебречь скоростью и выиграть в точности и наоборот.

Получены знания о различных способах построения временных рядов, преимущества и недостатки каждого из них. Оценка каждого из методов позволит найти оптимальный способ нахождения искомого доверительного интервала для заданной модели. Данные позволят сформировать программный модуль, который может быть использован в системах интеллектуального мониторинга.

Сравнение фреймворков Angular, React и Vue.js

Нурекеева Д.Р.
Научный руководитель — Новиков А.Ю.
МАИ, Москва
nurekeeva.diana@mail.ru

В постоянно меняющемся мире технологий некоторые инструменты остаются, в то время как многие другие со временем исчезают. Тем не менее, можно согласиться с тем, что язык программирования JavaScript останется надолго. Широкое использование данного языка делает его очень конкурентоспособным и интересным для людей, пытающихся получить свою первую работу в этой области. Однако, JavaScript — довольно сложный язык для изучения, со своим синтаксисом и особенностями. Поэтому всякий раз, когда у многих людей возникают похожие проблемы, начинают появляться их решения. Люди используют свой коллективный интеллект, чтобы найти лучшие способы в решении задач. Так началось создание инструментов, называемых фреймворками.

Веб-фреймворк — это программный инструмент, позволяющий создавать и запускать веб-приложения. В результате больше не нужно самостоятельно писать код и тратить время на поиск возможных просчетов и ошибок. В первые дни веб-разработки все приложения были написаны вручную, и только разработчик определенного приложения мог изменить или развернуть его. Теперь, веб-фреймворки представляют простой выход из этой ловушки. Когда создаются крупные веб-приложения, которые предоставляют все больше и больше функционала для пользователя, приходится находить способ справляться с растущим объемом логики, трафика и кода. Фреймворки помогают справиться и с этой задачей.

В данной статье речь пойдет о повышении эффективности разработки программного обеспечения за счёт использования более эффективных методов и средств, которыми являются фреймворки. Не смотря на то, что существуют десятки отличных JavaScript-фреймворков, в статье будут сравниваться трое самых популярных — Angular, React и Vue. Будут разобраны свойства каждого из них, а также их сильные и слабые стороны. На примере конкретной программы — загрузчика файлов, будет оценена эффективность каждого продукта.

Разработка логики работы синхронизатора программного комплекса BlockSet

Овсянников А.С., Иванов Д.Н.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
ov.andry@gmail.com

Важной составляющей взаимодействия интерпретатора и внутренней архитектуры, в том числе и базы данных является синхронизатор, обеспечивающий их взаимодействие, и совместимый переход от одного к другому. При этом синхронизатор получает все изменения от интерпретатора, и соответствующе перестраивает внутренние структуры. Здесь главная задача синхронизатора заключается в обеспечении такого взаимодействия, при котором интерпретатор может приступать к исполнению обновленной логики сразу, не боясь за нарушение структур данных.

Основа работы синхронизатора такова, что он периодически проверяет рабочую директорию на предмет изменений данных в файлах. У него имеется собственный массив данных о файлах, представляющих собой структуры, описывающие состояние и параметры конкретного файла, с которыми он сверяется, при наличии изменений. Сначала синхронизатор проверяет количество структур и количество файлов, затем смотрит на дату изменения, и если есть несовпадение, то считается что произошло изменение. В таком случае происходит полное перестроение структуры кода, с последующим синтаксическим анализом всех произошедших изменений.

Синхронизатор производит перестроение базы данных в соответствии с этими изменениями. При этом появляется задача корректного перестроения базы данных, так как следуя прямой логике работы, сложно определить, был ли блок данных переименован, или же это совершенно новый объект. Для разрешения этой проблемы вводятся специальные атрибуты у структур данных, такие как oldname, которое позволяет упростить определение изменений. Так же при удалении какого-либо именно элемента, он может удалятся не сразу, а помечаться припиской $deleted, и его реальное удаление происходит по истечении определенного количества времени.

Разработка многопользовательского веб-приложения для интерактивного обучения с учётом дальнейшего масштабирования

Овсянникова О.А., Щербаков А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
alicegroce@gmail.com

Сложно представить современный учебный процесс без использования сети Интернет. Для организации обучения студентов актуальна тема агрегирования всех полезных функций в одном месте. С этой целью была разработана концепция веб-приложения, выполняющего следующие функции:

1. Предоставление студентам методических материалов по дисциплинам, включенным в учебный план, в виде текста, видео-лекций или файлов;
2. Тестирование знаний по дисциплинам, включенным в учебный план;
3. Поддержание обратной связи “студент-преподаватель” посредством встроенного чата;
4. Возможность для студентов отслеживать свою успеваемость по дисциплинам и получать информацию об обязательных тестах и заданиях;
5. Проверка преподавателями заданных работ и выставление оценок;
6. Ведение преподавателями электронного журнала посещаемости.

Многопользовательское приложение стоит проектировать с расчетом на его дальнейшее масштабирование, так как необходимо хранить данные все большего количества

пользователей. Не менее важно обеспечивать достаточность ресурсов (CPU, память, диск и другие) для обработки запросов за приемлемое время, таким образом обеспечивая интерактивность.

Для разработки приложения с учетом вышеуказанных функций было решено использовать следующий стек технологий:

1. ASP.NET Core — кроссплатформенный фреймворк для разработки веб-приложений. Структура проекта основывается на модели MVC (Model View Controller). Предоставляет объект MemoryCash — внутренний механизм кэширования, позволяющий значительно ускорить работу приложения. Имеет встроенную поддержку создания web API и реализации CRUD-операций;
2. PostgreSQL — реляционная СУБД, предоставляющая готовые решения для масштабирования, такие как несколько вариантов репликации, создание неограниченного пула подключений и другие;
3. Entity Framework Core — кроссплатформенное ORM-решение;
4. Vue.js — популярный легковесный JavaScript фреймворк для разработки пользовательских интерфейсов, способный обеспечить практически моментальный отклик за счет автоматического обновления данных там, где они отображаются на странице.

На этапе запуска приложения рационально использовать облачную платформу Azure или сторонний хостинг. Azure предоставляет такие инструменты, как Load balancer, обеспечивающий масштабируемость и доступность служб, шлюз приложений для балансировки нагрузки веб-трафика, а также сеть кэширующих серверов. Использование облачных серверов позволяет решить проблему отказоустойчивости.

Веб-приложению, ориентированному на студентов одного ВУЗа, будет достаточно вышеописанных средств для того, чтобы справляться с нагрузкой. Дальнейшее масштабирование возможно, если будут подключаться все новые учебные заведения. Azure в таком случае может стать неоправданно дорогим и рациональнее будет реализовать архитектуру с собственными серверами, выделив сервера кэширования, файловые хранилища, отдельный сервер для хранения базы данных, сервер очереди и worker-сервера. Дальнейшее масштабирование производится на основе мониторинга всей системы и по необходимости выполняется балансировка (например, DNS балансировка на основе Round Robin), вертикальное масштабирование, путем увеличения производительности отдельных компонентов системы, или горизонтальное масштабирование за счет увеличения количества серверов (ресурсов). Учитывая необходимость хранения больших объемов данных, целесообразно при проектировании архитектуры использовать такие техники масштабирования баз данных, как партицирование, шардинг и репликация.

Разрабатываемое приложение позволит повысить эффективность работы студентов и преподавателей за счет структуризации рабочего процесса, а также позволит собирать статистические данные относительно успеваемости и улучшит коммуникацию между студентами и преподавателями.

Реализация программного комплекса для решения гиперболического уравнения второго порядка

Осипов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Муравей Л.А.
МАИ, Москва
amvicc@outlook.com

Простейшим гиперболическим уравнением второго порядка является волновое уравнение, которое описывает физическое волны, возникающие в различных областях техники, включая акустику, электромагнетизм и гидродинамику. Волновое уравнение является идеализацией в том, что оно позволяет решениям типа бегущей волны распространяться без рассеяния энергии. На самом деле, есть потери энергии, и они обычно аппроксимируются слагаемым первого порядка, добавленным к волновому уравнению. Это

приводит к возникновению потерь в волновом уравнение, которое становится известным уравнением телеграфного типа.

В данной работе реализована программа на языке Python для построения приближенных решений телеграфного уравнения.

Решение данного уравнения можно получить с помощью численных и аналитических методов. В данной работе был выбран численный метод конечных разностей в явной форме. Метод конечных разностей — это метод в котором производные заменяются разностными выражениями, слагаемые в которых есть значения сеточных функций. Численный метод является алгоритмическим ядром программы, которая состоит из двух частей:

1) В первой части реализуется метод конечных разностей для телеграфного уравнения с возможностью изменения коэффициентов, задания расстояния на сетке, количества слоев и границ времени.

2) Во второй части реализуется визуализация полученных данных с помощью библиотеки Plotly.

Разработанное приложение позволяет решать телеграфное уравнение с различными коэффициентами, визуализировать полученные данные и сохранять результаты в файл.

Список литературы:

1. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 400 с.

2. Муравей Л.А., Петров В.М., Романенков А.М. Об условиях оптимальности в задачах гашения колебаний гиперболических по Петровскому уравнений // Международная конференция по математической теории управления и механике, 2017. стр. 102-104

Приложение по визуализации табличных данных

Павлов А.Г., Павлов М.М., Скачков А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
alex.lap7@yandex.ru

Существует множество различных крупных приложений по обработке и визуализации данных. Однако, зачастую, в конкретных бизнес-задачах и в производстве необходимы свои индивидуальные решения, удовлетворяющие узким специальным требованиям. Таким образом, возникает задача разработки и реализации кроссплатформенного приложения, которое совместимо с различными видами табличных данных и предоставляет функционал универсальной визуализации с простым и интуитивно понятным интерфейсом.

Задача визуализации актуальна независимо от области деятельности, поскольку в любой сфере человеческой деятельности возникает проблема обработки и представления данных. Для извлечения результатов необходимо представить имеющиеся значения в определенном графическом виде. Для анализа данных разработанное приложение предоставляет различные форматы отображения: в виде графиков, в табличном виде, в виде 3D моделей.

В основе разработанного программного продукта лежит кроссплатформенная библиотека «PyQt» версии 5.14.1, используется язык Python версии 3.7.4. Архитектура приложения основывается на базовых возможностях виджета «MDI» (Multiple Document Interface), что позволяет открыть одновременно несколько различных окон внутри главного окна.

Для отображения используются «matplotlib» и «pyqtgraph» — одни из самых продвинутых библиотек для отрисовки, поддерживаемые в «PyQt». Плюсы каждой из библиотек, а именно: скорость взаимодействия «pyqtgraph» и работа с большим количеством данных в «matplotlib», органично сочетаются благодаря выбранной архитектуре, в частности, благодаря особенности строения «MDI», поскольку пользователь может самостоятельно выбрать необходимое ему отображение в отдельном окне.

Приложение позволяет открывать файлы формата *.csv и файлы семейства Microsoft Excel: *.xls, *xlsx. Выбранный файл открывается в отдельной таблице, после чего пользователь может настроить необходимые значения графиков, с помощью выделения ячеек

из таблицы и выбора дальнейших действий из контекстного меню. Конфигурация графиков, например, цвет и название, может быть настроена в дополнительном меню.

Приложение полностью реализовано, и в данный момент тестируется на 812 и 813 кафедрах.

Разработка библиотеки для распознавания и анализа визуальных данных

Павлов М.М., Павлов А.Г., Скачков А.С.
Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Костиков Ю.А.
МАИ, Москва
m.pavlov.1998@mail.ru

Распознавание образов является неординарной задачей в силу того, что каждый отдельный случай является уникальным и требует соответствующего подхода к определению принципов, по которым настоящий человек выделяет конкретные визуальные структуры.

В рамках этой задачи был разработан программный модуль на языке программирования Python версии 3.6 с применением библиотек OpenCV и NumPy. NumPy использовалась для быстрых вычислений при всех расчетах. Использование OpenCV в свою очередь позволяло применять множество существующих алгоритмов по работе с изображениями, благодаря чему разработка существенно упростилась.

Разработанное программное решение предназначено для автоматического распознавания заполненных полей в бланке и вывода соответствующей информации в виде, как понятном человеку, так и подходящим для последующей обработки иным программным обеспечением.

Процесс работы всего модуля можно свести к нескольким ключевым шагам:

1. Определение изображения как корректного бланка.
2. Коррекция изображения для приведения его к стандартному виду.
3. Выделение блоков на бланке, таких как, например, “возраст”, “образование” или “ответы”.
4. Распознавание полей в каждом блоке.
5. Контекстный анализ всех полей для определения ответов в анкете.

Разработанная библиотека может работать с изображениями форматов.png и.jpg, а кроме того, конвертировать.pdf и.tiff в указанные форматы. Вывод информации анализа изображения доступен как в виде сырых данных, так и в форматированном виде, явно описывающим результат заполнения бланка.

Разработанное программное решение было апробировано при обработке данных “Всероссийского Экономического Диктанта 2019”.

Анализ интернет трафика на предмет данных представленных в виде чисел с плавающей точкой

Павлов О.В.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
oleg101-101@mail.ru

На сегодняшний день в большинстве языков программирования и баз данных для хранения дробных чисел используются числа с плавающей запятой описанных в стандарте IEEE 754-2008. Для хранения значений число переводится в двоичную систему счисления, а затем приводится к нормальной экспоненциальной форме вида 1,0110111 × 2^101. После этого истинный порядок преобразуется в смещённый для хранения отрицательного смещения, и все данные записываются в память. Для типа данных float, занимающего 4(32 бита) байта памяти, биты распределены следующим образом:

- Знак числа (1 бит)
- Смещённый порядок (8 бит)

• Мантисса (23 бита)

Данный подход к хранению данных позволяет хранить числа в промежутке от -3,4E–38 до 3,4E+38, что позволяет хранить большую часть информации, генерируемой и обрабатываемой в интернете.

Несмотря на то, что данный тип данных является повсеместным стандартом представление с его помощью небольших величин или величин с малой точностью является избыточным расходованием памяти и процессорного времени по сравнению с использованием типов данных с фиксированной точкой.

Типы данных с фиксированной точкой хранят число с фиксированным смещением, что позволяет им иметь более простую по сравнению с типами с плавающей точкой схему организации бит и гораздо более простые алгоритмы выполнения математических операций. Наиболее актуальным стандартом чисел с фиксированной точкой является ISO/IEC DTR 18037. Данный стандарт описывает реализацию типов данных с фиксированной точкой Fract и Accum для языка C/C++. Ввиду специфики прикладных задач, решаемых данными языками именно для них были реализованы данные типы данных в компиляторах GCC и AVR-GCC.

Тип данных Fract используется для представления чисел от 0 до +1 с точностью в 2^-8,16 в зависимости от размера переменной.

Тип данных Accum используется для представления чисел с целой и дробной частью разделяя целую и дробную часть на две равных по размеру части. С помощью данного типа можно хранить числа:

• От 0 до 256-2^-8 или от -257+2^-7 до 256-2^7 для 16-ти битной переменной.

• От 0 до 65536-2^-16 или от -65537+2^-15 до 65536-2^15 для 32-х битной переменной.

Данные типы также имеют реализацию знакового Fract и 2 варианта реализации 64-х битного Accum, однако в рамках данной работы их использование не даёт особых преимуществ.

Также типы данных с фиксированной точкой поддерживаются языком СУБД SQL где есть возможность создать переменную типа DECIMAL и указать количество десятичных разрядов для целых и дробных разрядов числа.

В рамках источников интернет-трафика с данными в виде дробных чисел наиболее подходят следующие категории сайтов:

• Главные страницы поисковиков.

• Сайты новостных агентств.

• Специализированные сайты.

Для анализа было выбрано три сайта:

• Www.yandex.ru — главная страница поисковой системы Yandex.

Данная система имеет настраиваемый блок вывода котировок позволяющий выводить необходимые биржевые индексы или цены валют и топлива с точностью в 2 или 4 десятичных разряда. Размеры величин колеблются в зависимости от типа котировок, например, благодаря изменению единиц измерения валюты величины входят в промежуток значений 2-х байтовой переменной типа Accum (6,6339 рублей за один таджикский сомони до 82,9866 рублей за фунт стерлинга на 22.02.20). Однако биржевые котировки зачастую превышают максимальное допустимое значение для 2-х байтовой переменной типа Accum как например цена на палладий равная 2614,0000 на 22.02.20.

• Www.timeanddate.com — сайт предоставляющий прогноз погоды.

Данный сайт предоставляет максимум информации о погоде, однако большинство информации представлено в виде целых чисел, например, температура, скорость ветра, влажность, шанс осадков. Единственными данными представляемыми в виде дробных чисел является объём осадков, измеряемых в миллиметрах в промежутках от 0 до 1870(рекорд марта 1952 года) для дождя и от 0 до 1930(рекорд апреля 1921 года) для снега. Для хранения данных в таких промежутках возможно использовать тип данных с 12 битами целой без знаковой части и 4 битами дробной части с диапазоном значений от 0 до 4096-2^4.

• Www.finanz.ru — сайт предоставляющий информацию о биржевых индексах.

Данная система позволяет получать информацию по всем основным видам котировок валют, акций, облигаций, биржевых товаров и индексов. Ввиду разницы промежутков значений между измеряемыми величинами применение единого типа данных для всех дробных значений невозможно, однако для некоторых групп котировок различия значений лежат в одном диапазоне, что позволяет хранить их в одном оптимальном типе данных. Например, все значения, связанные с курсами валют, представленными на данном сайте лежат в промежутке от -0,505 до 144,565 что позволяет использовать 2-х байтовую переменную типа Accum для хранения данных.

Данные примеры позволяют оценить возможные варианты применения типов данных с фиксированной точкой и рассчитать примерную экономию данных по сравнению с float.

Методы обеспечения безопасности процессов авторизации и аутентификации

Палочкин И.И.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
palochkinilya@gmail.com

Вопрос безопасности информации и личных данных поднимается во всех сферах деятельности, в то время как авторизация и аутентификация являются одними из основных процессов обеспечения защиты и сохранности данных. Таким образом рассмотрение современных вариантов реализации и возможностей данных процессов является актуальным вопросом.

В данной работе рассмотрены методы, которые используются в процессах авторизации и аутентификации. Основной задачей являлось реализовать и сравнить современные реализации этих процессов, а также предложить наиболее надежный вариант решения.

В программе были реализованы эти процессы с помощью веб-библиотек (Django и Flask) и возможность использования второго фактора аутентификации (Google auth), а также рассмотрен вопрос единой аутентификации (OAuth).

В качестве языка для разработки был выбран Python 3.7.4, с набором веб-библиотек Djang, Flask, библиотеки шифрования hmac, математической библиотеки NumPy. В программе реализован безопасный метод авторизации и аутентификации, на основе данных, полученных при рассмотрении и сравнении современных решений.

В результате получен защищенный механизм аутентификации и авторизации с использованием нескольких факторов аутентификации (пароль, устройство с приложением аутентификации). Примером подобного механизма являются банковские системы, для аутентификации в которых используется пароль и код, присылаемый на мобильный номер привязанный к учетной записи.

Список литературы:

1. Смит Р.Э. Аутентификация: от паролей до открытых ключей — М.: Вильямс, 2002.

2. Афанасьев А. А., Веденьев Л. Т., Воронцов А. А. и др. Аутентификация. Теория и практика обеспечения безопасного доступа к информационным ресурсам — Горячая линия — Телеком, 2012.

3. Антонио Меле Django 2 в примерах — ДМК Пресс, 2019.

4. Гринберг М. Разработка веб-приложений с использованием Flask на языке Python — ДМК Пресс, 2014

Система информационной поддержки логистической компании

Панчук Д.С.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
РГУ им. А.Н. Косыгина, Москва
panchuk.dima2905@mail.ru

Задача "Коммивояжера", или "бродячего торговца" — одна из важнейших задач транспортной логистики, отрасли, занимающейся планированием перевозок. Основная цель задачи коммивояжера является построение кратчайшего пути, по которому "торговец" может пройти по всем пунктам (n) и вернуться на исходную позицию. В качестве маршрута в данной задаче выступает граф, в котором вершины — это пункты назначения, а ребра графа — расстояние, которое следует преодолеть "торговцу" от одного пункта назначения до другого. В качестве определения наиболее кратчайшего, или наиболее выгодного маршрута, охватывающего все пункты назначения может служить суммарное время, которое было затрачено на посещение всех вершин графа, или же длинна всего маршрута.

Главная проблема данной задачи состоит в том, что точное решение может быть найдено только

путем перебора всех возможных вариантов маршрута и выбором оптимального, что является NP-задачей.

В данном случае, в исходном виде алгоритм "Коммивояжера" не подходит для решения реальных задач по построению маршрута в городской или региональной среде. Дело в том, что исходный алгоритм Коммивояжера просчитывает оптимальный маршрут один раз, не учитывая динамики и актуальности дорожной ситуации.

Задача моей работы — спроектировать и создать алгоритм на основе задачи Коммивояжера, который будет учитывать дорожную ситуацию, используя некоторые переменные коэффициенты для определения актуальности данного маршрута. Главное отличное моей задачи заключается в том, что при достижении каждой вершины графа, будет происходить перерасчет оптимального маршрута "торговца", используя коэффициент проходимости каждого участка маршрута, который в свою очередь будет высчитываться с использованием таких критериев как: погодные условия, дорожная ситуация (пробки, ДТП, состояние дорожного полотна).

На основании данной идеи актуализации алгоритма "Коммивояжера" под реальные задачи предлагаю решения в виде программного обеспечения на языке программирования C# платформы.NET Framework. Данная программа будет использовать алгоритм "Коммивояжера", модифицированный при помощи дополнительного решения. Данное ПО будет производить построение графа, используя исходные данные о пунктах назначения, строить оптимальный маршрут по времени, используя коэффициент, который будет формироваться в отдельном блоке-алгоритме, учитывая входные критерии-параметры, и производишь перерасчет маршрута при достижении "торговцем" следующего пункта назначения, учитывая обновляющиеся критерии-параметры.

Численная модель обнаружения дефектов ультразвуковым методом

Перезашкевич А.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Павлов В.Ю.
МАИ, Москва
recode.zero@mail.ru

Авиационная отрасль является одной из отраслей, в которой тщательный контроль качества изделия на каждом этапе цикла производства является необходимым условием обеспечения должного технического состояния летательного аппарата. Во многих сферах деятельности человека также немаловажно осуществление неразрушающего контроля

качества, что делает исследование данного метода дефектоскопии актуальным на данный момент и дает широкий потенциал развития в будущем.

На данный момент нет универсального программного и аппаратного решения, способного удовлетворить вышеописанным требованиям. Подобное аппаратно-программное решение способно значительно облегчить процесс проведения исследования, а также ускорить процесс анализа и обработки результатов.

Цель работы:

1. Исследование возможности применения метода триангуляции при ультразвуковой дефектоскопии;

2. Анализ возможности проведения сканирования объекта при помощи ультразвуковых датчиков;

3. Разработка приложения, определяющего координаты дефекта;

4. Построение тестовой модели.

В результате проведённых исследований и разработок был разработан прототип программно-аппаратного комплекса, предназначенного для проверки объекта на наличие дефектов по средствам ультразвукового неразрушающего контроля с последующим ортогональным и аксонометрическим представлением исследуемого элемента и подсветкой обнаруженных дефектов. Эксперименты подтвердили способность программы обнаруживать и визуализировать дефекты в исследуемом объекте.

В ходе исследования определены пути дальнейших исследований, конструкторских и технологических разработок в данном направлении.

Использование расширения PDO для работы с различными СУБД веб-приложений на языке PHP

Петухов С.В.
Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва
morozxx6@gmail.com

В настоящее время любое приложение, хранящее и обрабатывающее какую-либо информацию, использует для этого базы данных (БД). Для организации и взаимодействия с БД разработано программное обеспечение, которое позволяет управлять их созданием и использованием. Этот класс программ получил название: системы управления базами данных (СУБД). Разнообразие существующих СУБД привело к возникновению проблем, связанных с тем, что данные из БД могут быть получены только с использованием той СУБД, совместимость с которой заложил разработчик.

Одним из путей решения данной проблемы в веб-приложениях является использование расширения PHP Data Objects или сокращенно PDO. PDO предоставляет возможность использования универсального интерфейса для работы с различными базами данных. Таким образом, достигается отсутствие привязки к конкретной СУБД. Помимо этого, расширение не использует абстрактные слои для подключения к БД (например, ODBC), а взаимодействует с «родными» драйверами для различных СУБД. Это позволяет добиться более высокой производительности. На текущий момент PDO содержит драйверы для подключения к почти всем общеизвестным СУБД и интерфейсам:

- 4D;
- Cubrid;
- Firebird;
- IBM;
- Informix;
- MS SQL Server и Sybase с использованием библиотеки FreeTDS;
- MS SQL Server (начиная с версии SQL Server 2005) и SQL Azure;
- MySQL;
- Oracle;

• Доступ к базам данных через драйвер ODBC или через библиотеку IBM DB2 Call Level Interface;

• PostgreSQL;

• SQLite.

Помимо вышеперечисленных преимуществ, также можно выделить возможность расширения работать одновременно с несколькими БД. Вставка новых и обновление существующих данных, которые являются самыми частыми операциями в БД, в PDO состоит из двух шагов. Таким образом, реализован метод борьбы с SQL-инъекциями. То есть существует некоторое SQL-выражение Prepared statement, которое заранее скомпилировано и может быть многократно выполнено путем отправки серверу лишь различных наборов данных. Также, одним из преимуществ является невозможность провести SQL-инъекцию через данные, которые используются в placeholder`ах.

В ходе анализа возможностей расширения PDO было доказано, что его использование позволит:

• Легко переносить системы на любую другую СУБД;

• Сократить код и сделать его устойчивым к SQL-инъекциям, используя подготовленные запросы;

• Сохранять целостность данных и согласованность запросов при параллельной работе пользователей.

Для демонстрации эффективности использования PDO в веб-приложениях для стационарных и мобильных платформ [2, 3] на основе данных, полученных при анализе работы расширения PHP PDO, выполняется разработка системы автоматизации формирования документации и учета заявок на патенты и авторские свидетельства.

Список литературы:

1. PHP Manual PDO [Электронный ресурс] // PHP: Hypertext Preprocessor. – Режим доступа: https://www.php.net/manual/ru/book.pdo.php (дата обращения 25.01.2019).

2. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н. Автономные веб-приложения для систем обработки космической информации [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». 2015. №82. – Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=58832 (дата обращения 25.01.2019).

3. Гинзбург И.Б. Отказоустойчивые веб-интерфейсы для геоинформационных систем с использованием данных дистанционного зондирования Земли // Научно-технический вестник Поволжья. 2016. № 4. С. 72-75.

Исследование эффективности использования формата данных JSON на примере применения в реляционных базах данных в сравнении с документной базой данных

Погодин И.А., Чуваев П.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Егорова Е.К.

МАИ, Москва

il.po.al@yandex.ru

Целью работы является рассмотрение, тестирование и сравнение результатов использования формата данных JSON в реляционных SQL базах данных и документных NoSQL базах данных.

До недавнего времени нативное использование формата данных JSON было прерогативой исключительно документных баз данных. Основная причина использования JSON как основного формата хранения данных в отсутствии необходимости определять схему для коллекции объектов. Внутренние механизмы позволяют обрабатывать и хранить документы с различными ключами в одной коллекции. Однако из-за нарастающей популярности использования документных баз данных и в реляционных СУБД появилась возможность использования такого формата данных.

Были проанализированы четыре различных СУБД, входящих в пятерку самых популярных согласно рейтингу сайта db-engines.com, рассмотрены их особенности работы с

форматом JSON, протестированы различные варианты размещения во встроенных типах данных СУБД, а также сделаны выводы — является ли использование формата данных JSON в реляционной базе данных более предпочтительным, чем использование документно-ориентированной БД.

Для исследования эффективности применения такого формата данных в реляционных СУБД были использованы: MySQL – реляционная СУБД, разрабатываемая компанией Oracle, MS SQL – реляционная СУБД от компании Microsoft, PostgreSQL – свободная реляционная СУБД, разрабатываемая сообществом, а также для сравнения производительности с нативным использованием формата JSON была использована документная СУБД с открытым исходным кодом MongoDB, использующая в качестве объектов коллекций JSON документы.

На основе проведенного исследования сделан следующий вывод: использование формата данных JSON в реляционных СУБД может упростить построение схемы программного комплекса, без внедрения документной базы данных, например, если потребность будет лишь в хранении данных в одной коллекции. Однако в случае если объемы данных, схема которых заранее неизвестна, вызывают излишнюю нагрузку на реляционную СУБД, разумнее всего будет использовать отдельную документную базу данных, со своими механизмами хранения и распределения данных. Однако исходя из результатов тестирования использование JSON формата в СУБД PostgreSQL показывает конкурентоспособные результаты производительности в сравнении с MongoDB, а это означает возможность использовать все преимущества объектно-реляционной модели с использованием документной модели.

Проблемы разработки компонентов «умных» систем в рамках концепции «интернета вещей»

Пономарев Р.Л.
Научный руководитель — к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
romanponomarew@yandex.ru

Достижение максимального уровня комфорта всегда было одним из двигателей прогресса. Поэтому человечество на протяжении всей своей истории непрерывно изобретает новые, либо более совершенные способы для облегчения собственной жизни. В это понятие вкладывается получение максимума комфорта, результата при совершении человеком минимума усилий. Это относится не только жилища человека, но и работы, которую он совершает.

Постоянное улучшение доступных технических средств и желания добиться максимального комфорта во всех сферах жизни привело к появлению концепции интернета вещей (Internet of things, IoT), задача которой заключается в объединении окружающих нас объектов реального мира и виртуальных объектов в единую сеть.

Так, в настоящее время существуют различные системы, относящиеся к описанной выше концепции. Среди них системы: “Умный дом”, “Умный город”, “Умное здание”, “Умный офис” и так далее.

Отличительной особенностью и свойством систем концепции IoT является то, что это наиболее прогрессивная концепция взаимодействия человека с жилым либо рабочим пространством, когда человек одной командой может задать желаемую ситуацию, а автоматизированная техника в соответствии с внешними и внутренними условиями выполняет и отслеживает режимы работы всех инженерных систем и электроприборов.

Данная технология находится в начале своего развития и поэтому обладает большими перспективами модернизации в ближайшие годы.

В настоящее время разработкой оборудования и программных продуктов занимаются такие компании как Xiaomi, Rubitec, Siemens и ещё около десяти крупных компаний.

Анализ существующих решений позволил выявить ряд существенных недостатков, среди которых: сложность в проектировании, установке, и конечном использовании. Также зачастую проблемой является внесение изменений в существующую систему, и совместная

работа оборудования от разных производителей ввиду отсутствия единых стандартов в данной области.

Целью данного исследования является разработка элементов системы, включая компоненты программного обеспечения обработки данных модулей системы “Умный дом” с устранением недостатков, описанных выше. Также в анализе планируется применение мультиагентного подхода имитационного моделирования, использование которого позволит более эффективно описать бизнес-процессы для системы в целом с целью доработки, тестирования различных конфигураций устройств и мест их размещения.

Разработка алгоритма определения семантической близости слов в контексте текста на русском языке

Поречный А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
alex.porechny@mail.ru

Обработка естественного языка – развивающееся направление искусственного интеллекта и компьютерной лингвистики. Первые попытки компьютерного анализа и синтеза языка были предприняты в 60-х годах XX века. Тогда обработка текста была возможна с учетом ряда ограничений по объему текста, предметной области, контексту и т.д. На сегодняшний день создано множество инструментов распознавания текста с применением алгоритмов графематического, морфологического, синтаксического анализа и т.д., однако, вопрос проведения семантического и прагматического анализа с учетом контекста остается открытым.

Это связанно с тем, что естественный язык можно представить, как набор взаимосвязанных единиц: символов, слов, частей речи, морфологических характеристик, смыслов слов и т.д. Рассматривая слова по отдельности можно описать отношения между ними при помощи различного рода словарей, таких как, толковых, терминологических, антонимических, синонимических, даже ассоциативных и т.д. Однако, отношения между словами также возникают в тексте. Одним из видов таких отношений является контекстная синонимия.

Контекстные синонимы – слова, которые схожи по смыслу с другими словами лишь в определенном контексте [1]. Контекстные синонимы могут не иметь синонимических отношений, если рассматривать их без контекста, т.е. их нельзя описать словарем: «Ломоносов — гений — любимое дитя природы» или «душная, гнетущая атмосфера»; «пустынная, неприветливая равнина», при этом контекстные синонимы могут иметь связи вне контекста: «Я позвал собаку. Барбос подошел, он был мне рад. Овчарка села рядом.» Таким образом, словарей недостаточно, необходимо разработка алгоритмов по выделению контекстных синонимов, что позволит улучшить качество семантического анализа текста.

Предлагаемый алгоритм выделения контекстных синонимов включает:

1. Проведение графематического, морфологического и семантико-синтаксического анализа текста:

1.1. разделение текста на предложения и слова, определение морфологических характеристик слов;

1.2. снятие неоднозначностей морфологии [2];

1.3. выделение словосочетаний [2].

2. Формирование списка схожих синтаксических структур словосочетаний с одинаковой структурой, например, сочетания прилагательных и существительных, совпадающие по падежу и роду.

3. Фильтрация словосочетаний с учетом ключевых слов.

4. Расширение списка с учетом проверки по семантической сети [3, 4], учитывающей отношения род-вид, антонимию, ассоциативную связь, словарную синонимию.

5. Формирование для каждого слова списков слов, которые имеют одинаковую синтаксическую структуру вместе с группировкой по частям речи.

В результате формируются ряды предполагаемых контекстных синонимов, которые могут включать «ложные» синонимы, это связанно с тем, что текст содержит достаточно много общеязыковых словоупотреблений и распространенных конструкций, не определяющих тематику данного текста и не являющиеся контекстными синонимами.

Следующие шаги алгоритма включают проведение более глубокого анализа семантико-синтаксических представлений, включающих выделенные кандидаты, а также использование внешней семантической сети для применение двухуровневого семантического представления (СП), которое отражает взаимосвязи окружающего мира или отдельных его компонент в виде модели текста или предметной области и позволяет обеспечить фиксацию множественности связей между разными способами выражения смысла понятий [3].

Построение и сравнение СП позволит учесть контекст для формирования из наборов кандидатов окончательных рядов контекстных синонимов. При этом многоуровневая и многоаспектная фильтрация на проведение дальнейшего анализа при выделении кандидатов крайне важна для уменьшения размерности задачи.

Выделение контекстных синонимов позволит улучшить определение «смысла» текста, т.к. благодаря контекстным синонимам удается связать между собою предложения, выделить «сущности» текста, а значит точнее интерпретировать текст.

Список литературы:

1. Реформатский, А.А. Введение в языковедение / под ред. В.А. Виноградова, М: Аспект-Пресс, 1999, 536 С.

2. Politsyna, E.V. The framework for hypothesis verification and analysis of natural language processing for the Russian language // Politsyna E.V., Politsyn S.A., Porechny A.S. / CEUR Workshop Proceedings 7. Сер. "AIST-SUP 2018-Supplementary Proceedings of the 7th International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts", 2018. pp. 25-33.

3. Полицына, Е.В. Реализация двухуровневого семантического представления текста в открытой системе автоматизированной обработки текста // Е.В. Полицына, С.А. Полицын / Проблемы компьютерной лингвистики и типологии, Сборник научных трудов, вып. 6 / Воронеж, 2017, с. 98-105.

4. Костичев, Д.А. Разработка алгоритма автоматизированного построения семантической сети на основе толковых словарей / Д.А. Костичев, Е.В. Полицына // Сборник материалов XVII Международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии» в 5 т. Т. 4. Воронеж, 2017, с. 245-249.

Применение библиотеки React.js на примере модернизации UI интернет ресурса кафедры

Потапов В.А.
Научный руководитель — Новиков А.Ю.
МАИ, Москва
vl4dMATI@yandex.ru

На данный момент все больше внимания уделяется таким вещам как пользовательские интерфейсы (UI) и пользовательский опыт (UX). Эта тенденция присутствует в любой области, в которой происходит взаимодействие человека с чем-либо, будь то приборная доска самолёта или жесты в мобильном приложении.

В сфере интернет приложений, функционал этих самых приложений, во многих случаях напрямую направлен на упрощение жизни пользователей, а значит, что построение удобного интерфейса играет важную роль при разработке сайтов. Люди не готовы мириться с непонятной навигацией по сайту, долгими загрузками, устаревшим внешним видом.

Для разработчиков это означает необходимость изучения новых инструментов, чтобы успевать удовлетворять нужды пользователей.

Сегодня существует три популярных фреймворка для создания пользовательских интерфейсов:

1. Angular
2. React
3. Vue

Все три можно использовать для создания одностраничных веб-приложений (SPA).

Эти фреймворки отличаются друг от друга способом рендеринга и архитектурой компонентов. React и Vue для рендеринга создают копию DOM, производят изменения с ней, а затем сравнивают с исходной версией, после чего обновляют ее, в то время как Angular разделяет отслеживание изменений и рендеринг, который вообще может происходить на сервере. Также в Angular реализован двунаправленный поток данных, при котором и интерфейс может изменять модель, и модель может изменять интерфейс. В React только изменения модели могут вызывать перерисовку интерфейса. Во Vue поддерживается оба варианта.

Для реализации проекта был выбран React, так как он прост, имеет относительно низкий вес, в нем отсутствует избыточный функционал, и он имеет высокую производительность. Также важной особенностью была возможность встроить разработанное приложение, написанное на React, в уже существующий сайт.

Данное приложение реализует расписание занятий, которое способно обновляться в режиме реального времени. Также оно должно быстро реагировать на действия пользователя и изменять свое состояние, предоставляя удобный и интуитивно понятный интерфейс.

Для связи с сервером для получения данных используется технология AJAX, а для реализации маршрутизации, используется библиотека react-router, что позволяет сопоставлять определенный URL с определенным состоянием приложения.

Витрины данных как способ представления тематической информации

Проценко С.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
sdpqrage@yandex.ru

Витрина данных — это структура / шаблон доступа, специфичный для сред хранилища данных, используемый для извлечения клиентских данных.

То есть простыми словами, под витринами данных подразумевают некоторое количество баз данных, разделенных по определенному принципу, информация которых относится к отдельным аспектам деятельности организации. Эта концепция имеет ряд несомненных преимуществ, таких как:

• Аналитики имеют доступ только к интересующим их данным;

• База данных максимально ориентирована на конечного пользователя;

• Витрины данных часто содержат подмножества, разделенные на предварительно агрегированные тематические данные, что упрощает проектирование и настройку;

• Для реализации витрин данных не требуется никаких специальных вычислительных технологий.

Как правило, при моделировании витрин данных используют один из двух видов схем: «звезда» или «снежинка». Рассмотрим их подробнее.

Схема «звезда» является основной моделью витрин данных. Основной характеристикой данной структурой является наличие таблицы факторов, которая окружена связанными с ней таблицами измерений. Запросы к этой структуре представляют собой простые соединения таблиц факторов с каждой из таблиц измерений. Схема «звезда» характеризуется небольшой избыточностью данных и высокой по сравнению с нормализованными структурами производительностью. Некоторые промышленные СУБД и инструменты класса OLAP/Reporting умеют использовать преимущества схемы «звезда» для сокращения времени выполнения запросов.

К компонентам схемы «звезда» относятся:

• Измерения (характеризуются возможностью на их основе получать, группировать, отображать разрез информации о фактах. Примерами измерений являются: клиент, продукт, время и другие. В основном измерения имеют под собой многоуровневую иерархию. К примеру измерение время может включать в себя год, квартал, месяц, день.);

• Факты (величина, зачастую числовая, являющаяся предметом для анализа);

• Таблицы покрытия (используются для сочетания измерений, у которых отсутствуют факты. Например, если требуется узнать количество категорий, которые сегодня ни разу не продавались. Таблица фактов здесь не поможет, так как она регистрирует факт продажи. А помочь здесь может дополнительная «таблица фактов», которая и называется таблицей покрытия).

Схема «снежинка» используется для второго этапа обработки схемы «звезда», которая занимается её нормализацией и несколько сокращает избыточность в таблицах измерений. Одним из достоинств данной схемы является более быстрое выполнение запросов о структуре измерений (например, «выбрать все строки из таблицы измерения на определенном уровне»), которые очень часто выполняются при анализе данных и могут задерживать ход анализа.

Основной идеей схемы "снежинка" не уменьшение объема занимаемой памяти, а изменение структуры таблиц фактов с различным углубление детализации. Например, для фактических данных детализация происходит на уровне дня, а для плановых происходит на детализация на уровне месяца.

Тем самым, подводя итог, витрины данных помогают предприятию или конечному пользователю структурировать свои данные, не предоставляя всем и каждому общий доступ к данным.

Исследование методов выявления скрытых зависимостей во временных рядах

Редько М.Ю., Лоскутов Д.И., Игнатов С.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Нагибин С.Я.
МАИ, Москва
redko10maksim@gmail.com

Развитие современного общества сопровождается ростом потребности производства в умении получать адекватный прогноз данных по имеющимся временным рядам в таких областях как: банковское дело, валютный рынок и в частности интеллектуальный мониторинг.

Временной ряд — собранный в разные моменты времени статистический материал о значении каких-либо параметров исследуемого процесса.

Особую важность в данной задаче приобретают исследования временных рядов на наличие скрытых зависимостей, при помощи которых возможно построить адекватную модель прогнозирования данных.

Выявление скрытых зависимостей позволяет уменьшить размерность модели, тем самым скорость вычислений уменьшиться. Поэтому данное исследование актуально и имеет практическую значимость в широком кругу областей.

Так как рассматриваемые временные ряды являются нестационарными, стандартные методы прогнозирования, которые используются со стационарными рядами, не применимы. Для воспользуемся методами, которые позволяют исследовать нестационарные ряды. Одними из таких методов являются:

1. Сингулярный спектральный анализ.

2. Локальная аппроксимация.

Сингулярный спектральный анализ:

Данный метод позволяет разложить временной ряд на интерпретируемые аддитивные составляющие. Метод не требует стационарности ряда, знания модели тренда, а также сведений о наличии в ряде периодических составляющих.

Главными преимуществами сингулярного спектрального анализа является возможность определения периодичности во временном ряду с временными компонентами ряда, а также в уже выявленных зависимостях в данных предсказать дальнейшее поведение коррелирующих параметров.

Недостатки:

1. Не эффективен при работе с короткими (до 10^4 точек) временными рядами.

Локальная аппроксимация:

Данный метод позволяет разбить область определения функции на несколько локальных областей, построить аппроксимирующие модели и оценить параметры этих моделей отдельно в каждой области.

Основными преимуществами локальной аппроксимации в случае, если входная функция является непрерывной, области аппроксимации окажутся достаточно малыми и это поспособствует тому, чтобы функция в каждой из этих областей не изменялась слишком резко. Также в случае использования этого метода в процессе разбиения временного ряда на области возможно применить весьма простые аппроксимирующие модели на каждой из областей, например, линейные модели.

Недостатки:

1. Не эффективен при работе с короткими (до 10^4 точек) временными рядами.
2. Увеличение степени аппроксимирующего полинома, приводит к увеличению количества ближайших соседей, а также к увеличению ошибки прогнозирования.

В результате рассмотрения представленных методов прогнозирования временных рядов можно выделить следующие недостатки:

1. Используя метод локальной аппроксимации, увеличение степени полинома приводит к неточному прогнозированию.
2. Слабой стороной метода сингулярного спектрального анализа является отсутствие аналитического модельного представления ряда.

Вопросы оптимизации восстановления промежуточных значений при синтезе звуковых сигналов

Родионов В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва
tuukvadim@live.com

При обработке больших объемов данных (big data), безусловно, требуется большое количество операций и соответственно большое время для получения результата. Любая, казалось бы, небольшая оптимизация в этом направлении существенно увеличивает общее время обработки. В рамках работ по анализу и синтезу информационного содержания волн [1], для звуковых волн на 1 секунду звучания требуется обработать 22000 значений амплитуд. При синтезе информации требуется из структур, описывающих подмножество характерных точек, восстановить промежуточные значения для воспроизведения звуковых данных. Этим вопросам посвящена данная работа.

Восстановление волн в пределах, так называемых, характерных точек может быть воспроизведено различными способами. Для звуковых волн классически опорной функцией поведения является функция SIN. Именно на её основе, используя стандартную команду для плавающей точки, можно восстановить промежуточные значения. Но оказывается с учетом применяемых пределов записи амплитуды в 8, 16 и очень редко 24 разряда можно воспользоваться табличным способом получения результата обратившись к известным таблицам Брадиса [2]. Интуитивно понятно, что для точного вычисления SIN требуется больше времени по сравнению с обращением за результатом при табличном способе. Следует учитывать, что при обращении к сопроцессору для вычисления SIN требуется ряд подготовительных команд, которые должны сказаться на времени выполнения. Для практического подтверждения вышесказанного были разработаны два алгоритма

восстановления промежуточных значений в виде DLL процедур и реализован измерительный комплекс для их сравнения.

Для измерения способов работы времени программы предложены следующие варианты:

RDTSC – ассемблерная инструкция для процессоров Intel, читающая счётчик TSC (процессоры Intel, начиная с марки Pentium 1993 г.) Возвращает значение количества тактов с момента последнего сброса процессора.

RDTSCP – усовершенствованный вариант RDTSC. Поддерживается с процессоров с микроархитектурой Nehalem (4 квартал 2008 г.). Позволяет так же отслеживать миграцию на ядрах процессора и возвращающий счётчик тактов, и указатель на ядро процессора.

Однако, имеется и проблема с измерениями, методами RDTSC и RDTSCP. Обращение к данной команде может быть недоступна, может влиять режим энергосбережения, технология Turbo Boost, а при выполнении коротких фрагментов программы технология HyperThreading может выдавать некорректное число. Для решения данной проблемы стоит фиксировать выполнения потока программы на конкретном процессоре.

Для получения времени работы предложенного метода был написан код на Си, представляющий из себя обращение к команде RDTSC до входа в процедуру и после выхода из процедуры и последующего вычисления разности выхода из процедуры и входа процедуры. Первый запуск пробный для разогрева кэша процессора.

Полученные результаты оценки двух способов вычисления промежуточных значений между характерными точками показали, что скорость получения результата может быть увеличена в среднем в 2 раза при табличном способе вычисления значения SIN. Этот способ может быть применен и для систем, в которых требуется вычисление SIN, с учетом достаточной точности вычисления. И самый важный момент заключается в том, что такой способ табличного вычисления значений может быть распространен на другие функции при ограниченности пространства значений по амплитуде.

Список литературы:

1. Балакирев Н.Е., Евсеева М.В., Нгуен Хоанг Зуй, Фадеев М.М. Новые подходы в создании инструментария для исследований информационного содержания волн // Интеллектуальный анализ сигналов, данных и знаний: методы и средства. Сборник статей II всероссийской научно-практической конференции с международным участием им. В.В. Губарева. – Новосибирск, 2018 – С. 22-28

2. В. Брадис. Четырёхзначные математические таблицы для средней школы. — 24-е изд. — М.: Учпедгиз, 1953.

Разработка мобильного приложения для отслеживания дней рождений на Swift

Романов А.О.
Научный руководитель — Лезжова А.М.
МАИ, Москва
romanov0168@gmail.com

В последнее время невозможно представить современный быт без виртуальных ассистентов, помощников и приложений. Они сопровождают нас повсюду и справляются с множеством важных задач каждый день. В обычном встроенном приложении «Календарь» на любом современном устройстве можно сохранять дни рождения близких людей и получать о них уведомление. Но на этом функционал встроенного приложения ограничен.

К тому же, чаще всего:

• Уведомление может быть только одно, за счет чего его легко пропустить;

• Невозможно получить уведомление сильно заранее, что может быть важно для подготовки подарка;

• Отслеживать оставшееся количество дней сложно из-за других записей;

• Нет возможности записать идеи для подарка и другую полезную информацию.

Для решения этих и некоторых других задач мною было разработано мобильное приложение, которое позволяет быстро, удобно, а главное эффективно сохранять всю информацию о днях рождения близких, друзей и вовремя получать уведомления о них.

В качестве языка разработки был выбран Swift – удобный и функциональный язык, на котором пишут программы для устройств Apple. Он прост в изучении и при этом несет множество современных функций, а благодаря его регулярным обновлениям и поддержке разработчиков можно не сомневаться в его надежности.

Преимуществом разработки приложений на Swift является возможность их размещения в магазине приложений Apple App Store.

Так как передо мной стояла цель разработать мобильное приложение для платформы iOS, в первую очередь я обратил внимание на устройства Apple iPhone и iPod touch.

В ходе разработки я решил следующие задачи:

• Проработал логическую структуру работы приложения;

• Создал собственный интерфейс пользователя;

• Изучил язык программирования Swift;

• Осуществил реализацию приложения с использованием фреймворков:

– UIKit – для определения основных компонентов приложения (от ярлыков и кнопок до табличных представлений и контроллеров навигации);

– Core Data – для сохранения данных в базе и получения к ним доступа;

– User Notifications – для отправки уведомлений пользователю.

При разработке приложения использовалась среда разработки Xcode.

Реализация неформального языка представления алгоритмов на основе макросредств

Рубан А.А., Колодяжный А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва
andreygrigorev0@gmail.com

Читаемость (проглядываемость) структуры всего алгоритма через укрупненное, наглядное, структурное представление, и использование единой системы операторов.

• Ориентированность на предметную область. Возможность называть операторы, выполняющие одни и те же действия, но под разными именами. Операторы отражают суть предметной области.

• Широкая документированность за счет возможности вставления комментариев прямо внутри оператора. Например, комментарии, касающиеся предметной области или способа реализации данного участка алгоритма.

• Унифицированность к средствам реализации. То есть базовым является одно и то же имя оператора и его внутренний алгоритм, а это может иметь синонимы.

• Уникальность представления при согласовании с предметной областью за счет возможности заводить такие синонимы. С точки зрения языка есть единая унифицированная основа (например, оператор), а мы для обеспечения уникальности для конкретной предметной области привносим уникальное для неё имя, связанное с этой областью. Общая основа реализации и уникальный продукт для конкретного пользователя или группы лиц (индивидуализация продукта)

• Переносимость алгоритмов на нижнем уровне реализации на другие архитектурные платформы. Для каждой платформы оператор, который фактически пишется на языке системы команд компьютера, может быть реализован через новую последовательность команд. То есть мы, не меняя содержания алгоритма на языке, в рамках которого используется некоторое подмножество из набора операторов, можем пошагово перейти на новую архитектуру за счет переписывания содержимого операторов и структур, входящих в программу. То есть зная

какие макроопределения нужны для данного алгоритма достаточно только переписать именно эти операторы для нужной предметной области

• Открытость сущности содержания реализованного алгоритма и закрытость получаемого кода, предоставленного и описанного в терминах операторов предметной области.

• Восстанавливаемость программного продукта при наличии библиотеки описаний макроопределений и даже возможность создания индивидуального экземпляра программы для данного индивидуума.

• Рекурсивная оптимизируемость реализованных алгоритмов за счет возможности переписывания предлагаемых операторов на языке низкого уровня так и на предлагаемом языке.

Определение функциональной зависимости в наборе данных

Русанов В.А.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
vunlisuol@gmail.com

В вычислительной практике часто приходится иметь дело с функциями f(x), заданными таблицами их значений для некоторого конечного множества значений x: f(x_0), f(x_1), f(x_2),..., f(x_n). В процессе сбора и анализа таких данных может возникнуть необходимость в отыскании функции g(x), приближённо представляющую функцию f(x) с различной степенью точности. Такая потребность возникает по различным причинам: необходимо вычислить значения f(x) для промежуточных значений аргумента; проверить, соответствуют ли экспериментальные значения теоретической модели; нахождение отображения для зависимых данных неизвестной природы.

Целью работы является нахождение приближённой к f(x) функции g(x), удовлетворяющей заданным в программе условиям: погрешность приборов, с которых получены данные; вид функции g(x) — полиномиальная, тригонометрическая, показательная или же заданная пользователем; интервал аппроксимации функции. Приближенная к f(x) функция в зависимости от вида находится с помощью различных методов среднеквадратичного приближения. В случае пользовательского вида функции задача сводится к отысканию указанных в формуле коэффициентов.

Поставленная задача была реализована средствами языка программирования Python с помощью таких библиотек, как NumPy, SciPy, Matplotlib. Стоит заметить, что теоретически, если вид функций f(x) и g(x) совпадает и погрешность равно нулю, то ожидается полное соответствие формул. Однако, из-за ошибок вычислений, возникающих при выполнение арифметических операций над числами с плавающей точкой, и погрешности методов, результат программы может оказаться иным, но достаточно близким к ожидаемому. Дальнейшая задача заключается в расширении возможностей программы на случай функций многих переменных.

Список литературы:

1. А.А. Самарский. Введение в численные методы. 1982 — 271 с.

2. В.С. Рябенький. Введение в вычислительную математику — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2000 — 296 с.

3. И.С. Березин и Н.П. Жидков. Методы вычислений. т. 1. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 1962 (2-е изд.) — 464 с.

4. Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков и Г.М. Кобельков. Численные методы — 627 с.

Проектирование и реализация инструмента устранения сокращений в текстах на русском языке

Самохин А.А.
Научный руководитель — доцент, Полицына Е.В.
МАИ, Москва
arteemmius@mail.ru

Слова в текстах на естественных языках часто сокращаются авторами с различными целями, что сильно усложняет их дальнейший автоматизированный анализ, поэтому важной подзадачей обработки естественного является разработка программной системы устранения сокращений в текстах.

В настоящее время существует несколько электронных словарей, которые решают задачу поиска толкований сокращений. Также существуют программы, которые имеют функцию замены наиболее часто употребляемых слов, буквосочетаний, сокращений из заранее заданных списков. Однако их функциональность не подразумевает выделение сокращений из крупных единиц языка (предложений, текстов) и генерацию словоформ сокращений по заданным параметрам.

При решении задачи устранения сокращений в рамках других задач анализа текстов все сокращения необходимо преобразовывать в слова в полной форме с учетом согласования морфологических характеристик соседних слов, являющихся главными по отношению к искомому.

Для решения этой задачи была разработана программная система устранения сокращений на основе использования словаря сокращений и разработки аналитических правил нахождения сокращений в текстах, определения их типов и формирования развернутых вариантов сокращений [1].

Однако, в ходе эксплуатации системы [1] были выявлены серьезные недостатки, снижающие точность обработки сокращений в текстах [2]. Таким образом, было принято решение разработать систему устранения сокращений в словарных статьях путем внедрения улучшений [2] в систему [1].

Разработанная программная система устранения сокращений позволяет:

1) распознавать в исходном тексте сокращения;

2) определять предметную область исходного текста;

3) формировать развернутый вариант сокращения с использованием словаря сокращений, опираясь на информацию о предметной области текста;

4) осуществлять синтез развернутого варианта сокращения с учетом морфологических характеристик соседних к найденному сокращению слов с помощью библиотеки морфологии JMorfSdk [3];

5) поддерживать различные способы взаимодействия с системой как с помощью графического интерфейса пользователя (ГИП), так и с помощью общепринятого протокола межсервисного взаимодействия – RESTful.

Определение предметной области исходного текста осуществляется с помощью инструмента классификации текстов [4], реализованного в виде отдельного модуля, поддерживающего широко распространенный протокол взаимодействия RESTful. Классификатор представлен в виде ансамбля классификаторов, использующих следующие алгоритмы классификации текстов: наивный байесовский, дерева принятия решений, k — ближайших соседей, метода опорных векторов, логистической регрессии, стекинга, беггинга и бустинга. Инструмент классификации текстов [4] поддерживает около пятидесяти классов различных предметных областей, что позволяет использовать его на большом корпусе текстов.

При взаимодействии с системой посредством ГИП на вход оператором подается исходный текст, а также может быть определена предметная область, к которой относится исходный текст, при наличии соответствующих сведений. В случае, когда предметная область текста задана оператором на входе, система устранения сокращений не осуществляет

классификацию текста [4]. В противном случае система самостоятельно определяет предметную область исходного текста, учитывая её при выборе полной формы сокращения в базе данных.

В результате работы системы оператор получает итоговый текст с устраненными сокращениями, список найденных в тексте сокращений и их полных форм, а также информацию о предметной области исходного текста.

Таким образом, был разработан инструмент способный не только определить в текстах разных предметных областей расшифровки сокращений различных видов, но и получить правильную полную форму сокращения с последующей подстановкой полной формы в текст вместо соответствующего сокращения.

Подобный подход к обработке текстов позволяет работать с огромным корпусом текстов, исключает необходимость ручной обработки, дает возможность автоматического устранения сокращений в текстах.

Список литературы:

1. Сивоволова М.А. Разработка программной системы устранения сокращений в текстах на русском языке [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://gagarin.mai.ru/files/2018/Vol_2.pdf (Дата обращения 10.02.2020)

2. Самохин А.А. Определение полных форм сокращений в инструменте устранения сокращений в текстах на русском языке [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://gagarin.mai.ru/files/2019/Abstracts_2019.pdf (Дата обращения 10.02.2020)

3. Поречный А.С. Библиотека морфологического анализа русского языка JMorfSdk [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://github.com/jalexpr/JMorfSdk (дата обращения: 12.02.2020)

4. Самохин А.А. Реализация программной системы классификации текстов на русском языке с помощью REST архитектуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/asamohin/TextAnalyzerREST (Дата обращения 10.02.2020)

Автоматизация поиска авиабилетов на основе мобильного онлайн-сервиса

Сапунов М.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Павлов В.Ю.
МАИ, Москва
maxxsmile@yandex.ru

В настоящее время, всё более актуальней и популярней становятся услуги, предоставляемые авиакомпаниями, одной из которых является перевозка пассажиров.

Множество различных компаний предоставляют возможность отправиться в практически любую точку мира, а значит, существует и множество вариантов рейсов. Пользоваться обычным расписанием стало затруднительно, гораздо оптимальней получать информацию о билетах только по интересующим пассажира маршрутам. Информацию структурированную и систематизированную, такую, которая предоставляла бы возможность максимально удобно найти интересующий авиабилет, при этом, не запутавшись в огромном количестве разнообразных вариантов.

Эпоха «гаджетов» позволяет пользоваться различными сервисами, которые обеспечивают удобство получения разного рода услуг непосредственно с мобильного устройства. И, рассматриваемая сфера услуг по осуществлению пассажирских перевозок, не должна остаться в стороне.

Таким образом вопрос необходимости автоматизации поиска авиабилетов на основе мобильных онлайн-сервисов является актуальным сейчас и будет актуальным ещё не одно десятилетие. Об этом говорит, как увеличение количества пассажиров (клиентов авиакомпаний), так и развитие рынка смартфонов. Согласно информации интернет-портала «Новости ООН», только за один 2017 год услугами авиакомпаний воспользовались 4,1 млрд. человек, что говорит о росте числа пассажиров, по сравнению с 2016 годом, на 7,1%. Говоря о мобильных устройствах, по данным аналитического агентства «We Are Social», количество

пользователей интернета с мобильных телефонов в 2018 году достигло 4,021 млрд человек, что на 7% больше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.

Стоит отметить, что существуют и не решенные проблемы мобильных онлайн-сервисов, предоставляющих подобные услуги (такие, как: наличие большого количества не нативной рекламы, отсутствие большинства рейсов "lowcoasters", отсутствие системы автоматического бронирования билетов)

Новизна проекта состоит в разработке совершенно новой для сферы продажи авиабилетов технологии автоматического бронирования билетов на срок от 12 до 72 часов с заданными условиями (одно из условий — минимальный денежный порог, достигая который, информационная система должна осуществить автоматическое бронирование билета). Таким образом, многие сложные вопросы, с которыми сегодня сталкиваются потенциальные клиенты авиакомпаний, могут быть преодолены если разработать мобильное приложение, которое не только значительно упростит поиск и покупку авиабилетов, но и предоставит возможность осуществить выгодный перелет.

Концепция веб-системы по изучению немецкого языка

Семенова Т.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
sem.tatiana@inbox.ru

Человеческая речь и язык являются основными инструментами коммуникации. Для того, чтобы лучше понимать культуру и особенности жителей определённой страны, иметь возможность перенять полезные научные сведения и развивать общественные отношения, необходимо выучить язык, на котором в государстве говорят. Одним из самых распространённых языков в Европе является немецкий язык.

В современном мире колоссальную помощь в обучении предоставляют информационные технологии и сеть Интернет. Веб-система, доступная каждому человеку в любой точке мира, позволяющая пополнить словарный запас, повторить грамматические правила языка, переводить интересующие статьи на немецком языке, позволит вывести обучение на новый, удобный и комфортный уровень.

Существует множество методик обучения немецкому языку, некоторые из которых возможно реализовать в виде обучающей веб-системы. Самыми подходящими методиками обучения являются игровое обучение и игрофикация.

Под термином игровое обучение – эдьютейнмент (education – образование и entertainment – развлечение) подразумевается подход, при котором приобретение новых навыков и знаний происходит во время «игры» [1]. При этом материалы для обучения могут браться даже из тех источников, которые изначально не задумывались как образовательные. В том числе к ним относятся различные Интернет-ресурсы. В проектируемой системе предполагается включение раздела, содержащего материалы на немецком языке различной тематики. Это могут быть видеозаписи с субтитрами, научные статьи, песни с текстом, новости и многое другое. Изучая близкие по духу материалы, пользователь не будет терять интерес к процессу изучения языка.

Игрофикация (англ. gamification – геймификация) – это понятие, обозначающее использование в неигровом программном обеспечении и на неигровых веб-сайтах принципов, применяемых в компьютерных играх [2]. Предлагается включить в систему такие элементы игрофикации, как наличие перехода на новый уровень в зависимости от количества баллов, полученных пользователем за тренировки, и награждение пользователя виртуальными наградами за достижение определенных ступеней обучения.

Для того, чтобы пользователь мог пополнять свой словарный запас, необходимо иметь базу данных – словарь немецких слов с их русским переводом, и лексические тренировки, основой которых будет личный словарь пользователя, составленный из выбранных слов

основного. Лексические тренировки должны представлять собой мини-игры, при помощи которых запоминание слов будет происходить пассивно.

Система должна обладать также такими необходимыми возможностями, как регистрация, авторизация, настройки профиля и сохранение прогресса обучения, и включать информационный раздел о грамматических правилах немецкого языка.

Таким образом, основными модулями системы являются модуль, реализующий логику игрофикации обучения, база данных, включающая словарь и информацию о пользователях, и модуль пользовательского интерфейса.

Обучающая система является эффективным помощником при изучении немецкого языка, позволяет поддерживать мотивацию обучающегося, повторять грамматику языка, запоминать новую лексику в удобной форме.

Список литературы:

1. Сущность и содержание понятия «эдьютейнмент» в отечественной и зарубежной педагогической науке: научн. журнал // Alma mater – Вестник высшей школы: сайт. URL: https://almavest.ru/ru/node/1376 (дата обращения: 14.02.2020)

2. Караваев Н. Л. Соболева Е.В. Анализ программных сервисов и платформ, обладающих потенциалом для геймификации обучения // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. – №8 (август). – С. 14-25. URL: http://e-koncept.ru/2017/170202.htm (дата обращения: 14.02.2020)

Интеграция CRM базы данных с платформой по администрированию и хостингу чат-ботов

Серебряков М.А., Овсянникова О.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семенов Г.Е.
МАИ, Москва
loginmak2@gmail.com

В нынешнее время перед бизнесом стоит задача предпринимать конкурентоспособные и оригинальные методы по привлечению новых пользователей. В особенности упор идет на более молодые поколения, потому всегда стоит задача внедрения элементов бизнес-процесса в медиасреду, в которой обычно находится клиент. Одной из такой сред являются социальные сети, поэтому целью данной работы состоит в внедрении системы, которая способна “общаться” с человеком и передавать данные заказчику бизнес-процесса для дальнейшей обработки.

1. В данной работе, в качестве системы управления, была выбрана реляционная база данных SQL Server, для хранения и архивирования данных клиентов в общедоступном формате, предусматривающем её дальнейшее расширение.
2. Интерфейс взаимодействия CRM Microsoft Dynamics 365 будет хранить в себе пользовательские данные клиентов, считанные из базы данных. Интерфейс легко поддерживается и может непрерывно развиваться, отвечая нуждам пользователей.
3. В связи с выбранным решением хранения данных клиентов, был выбран интерфейс программирования приложений (Application Programming Interface) на основе платформы.NET 4.6.7, написанной на языке C#, по причине наличия удобных инструментов взаимодействия с системой управления взаимоотношениями с клиентами, общей “среды” разработки, а также единым поставщиком и создателем ПО – Microsoft.

В базе данных будет настроенная система с расписанием хранимых процедур для её автоматического поддержания в рабочем виде. Например, ежедневно будет запускаться функция по переиндексации полей и таблиц базы данных, для ускорения выполнения её запросов.

В CRM предусмотрена система поддержания плагинов или бизнес-процессов. Их цель — отслеживать изменения определенных полей и выполнять соответствующие действия. Так, например, будет настроен плагин для переноса в базу данных информации пользователей, которые по какой-либо причине не были записаны туда ранее.

API (Application Programming Interface) выполняет работу формирования и оформления веб-запросов, поступающих “снаружи” в понятный CRM формат. На нем также лежит задача взаимодействия с другими внешними сервисами, такими как Dadata и FlexyCapture, предоставляющими обработку данных. Внутренние сервисы могут совершать обмен данными как в виде классических HTTP запросов, так и посредством использования шины данных для постоянного асинхронного обмена.

Сервис должен быть размещён на выделенных серверах, объединённых одним кластером, находящемся в DMZ (демилитаризованной зоне). Сервер базы данных будет размещён в закрытой LAN-зоне для безопасного хранения данных клиентов. В кластере будет осуществляться DNS балансировка на основе Round Robin. В связи с тем, что в базе данных хранятся большие объемы данных, в дальнейшем понадобится её масштабировать посредством репликации, партицирования или шардинга.

Разрабатываемое приложение должно повысить клиентский охват предприятия, а также внести дополнительную функциональность по поддержанию существующих решений.

Разработка компьютерной системы для организации взаимодействия модулей информационной системы и обмена данными

Скачков А.С., Павлов М.М., Павлов А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
skachkova1965@gmail.com

Существует огромное множество систем, подразумевающие передачу и обработку данных. Однако, следует учитывать, что объемы передаваемой информации зачастую могут загружать и тормозить общий процесс, что не может не сказываться на производительности всей системы в целом. Таким образом, возникает вопрос об оптимизации такой системы, вследствие чего и была поставлена задача о разработке и реализации приложения, которое организует навигацию получаемых данных с минимальными потерями в производительности.

На этапе разработки была взята за основу Сервис-ориентированная архитектура (SOA, англ. service-oriented architecture) – разбиение программы на отдельные модули, оснащенные стандартизированными интерфейсами. Для этого было предпринято решение использовать программный брокер сообщений на основе стандарта «AMPQ» – RabbitMQ, так как это позволит распределить отложенные ресурсоемкие задачи между модулями. В качестве языка программирования выбран Python версии 3.7, а в качестве СУБД для хранения и получения обработанных данных – MySQL 5.7.29-0ubuntu0.16.04.1.

Задачами разработанного приложения являются: получение, обработка и анализ бланков, а затем запись обработанных результатов в базу данных, поэтому для ослабления нагрузки от требуемых условий было предпринято решение разделить систему на несколько модулей, каждому из которых отведена своя задача, а также организовано взаимодействие модулей между собой.

Система разделена на 4 модуля: программа для отправки файлов на серверную часть, серверная часть, в которой происходит проверка, распознавание и обработка файлов, и запись результатов в базу данных, программа для ручного ввода номеров, программа для ручного ввода бланка полностью, где для каждого выделен набор очередей сообщений RabbitMQ, чтобы была возможность передачи бланков между ними.

Основные преимущества данного разделения – минимум бланков с неправильными номерами, благодаря чему эти бланки не идут на полный ручной ввод; выявление плохих или неправильно распознанных бланков на каждом этапе передачи бланков между модулями, вследствие чего на каждую последующую инстанцию не поступают заведомо плохие бланки; все части данной системы могут работать параллельно друг другу. Все это приводит к минимальным потерям производительности общего процесса обработки и исключает повторяющиеся простои на некачественных файлах.

Приложение полностью готово и активно использовалось во время проведения “Всероссийского Экономического диктанта 2019”.

Разработка элементов комплексной модели топливного насоса с подачей пускового топлива в системе автоматизированного проектирования

Скворцова Е.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.
МАИ, Москва
ms.katy97@mail.ru

Одной из ключевых составляющих любого воздушного судна является топливная система. Насос для подачи пускового топлива необходимо разработать таким образом, чтобы он был долговечным, выдерживающим большие нагрузки, а также насос должен без проблем и с легкостью подаваться диагностике и ремонту и работать в любом положении. Топливный насос в своей работе должен выявлять по минимуму явления, такие как биение, кавитация и пульсация. Главные предъявляемые требования в топливной системе — равномерность подачи и отказоустойчивость. В первую очередь, такие требования накладывают ограничения на перекачивающие устройства. Шестеренный насос для подачи пускового топлива отвечает всем требованиям, которые указаны выше.

Шестеренные насосы широко востребованы для работы с высоко и средневязкими жидкостями в сфере насосного оборудования. Из-за своей простоты, небольшого размера и небольших количествах требующихся деталей, а также допускает сочетание разного количества секций и ступеней в одном блоке (параллельно работающих насосов) шестеренные насосы применяются в различных областях промышленности.

В современном мире вопрос актуальности разработки модели изделий для отдельно взятых деталей имеет значительную роль. В научно-производственных центрах одной из универсальной моделью САПР является система Autodesk, которая является высокоуровневой трехмерной системой, получившее широкое распространение из-за своего полного цикла проектирования и создания конструкторской документации.

Разработка топливного насоса начинается с определения расчетной производительности, по которой можно определить шестерню, а именно его модуль и число зубьев. Идеальная модель шестеренного насоса имеет производительность при давлении 2 кг/см2 не менее 80 л/час. По данным из расчет производительности необходимо учитывать такие факторы как: производительность растет при уменьшении числа зубьев, но при понижении числа зубьев будет происходить большое сжатие жидкости при перекачке, которая в свою очередь ведет к кавитации и быстрому разрушению насоса и коррозии металла; уменьшив число зубьев, влечет к тому, что в топливном насосе ускорится износ, в следствие ухудшение режима работы насоса, пропадет равномерность подачи топлива.

Шестеренный насос для подачи пускового топлива имеет сборку из рабочей части, корпуса, крышки и клапана перепуска. Рабочая частью состоит из ведущей, которая принимает ход, и ведомой шестерни. Так же для рабочей части выполняется подшипник скольжения под установку штифта, сам штифт, муфта и втулка, где разработанная втулка вмещает в себя муфту. Собрав муфту, втулку и штифт, получаем муфту привода.

Разрабатывая крышку для топливного насоса, учитываются факторы, которые отвечают за защиту, жесткую фиксацию рабочей части и герметичность.

Корпус выполняется с учетом таких задач, как герметичность, жесткость фиксации рабочей части и облегчение конструкции, поэтому она создается из имеющую достаточно сложную форму, где внутренняя часть имеет сборку рабочей части. Корпус состоит из левой торцевой части, которая имеет отверстие под штуцер подвода топлива, заглушки и перепускного клапана, и правой торцевой части, имеющего отверстие под штуцер отвода топлива и заглушки.

Разрабатывая клапан перепуска, необходимо создать корпус перепускного клапана, куда вворачивается сам клапан, который необходим для регулировки работы насоса. Создание сборки корпуса клапана перепуска, стаканчика, пружины и регулировочного винта происходит таким образом, чтобы происходил контроль (при каком давлении происходит перепуск насоса).

Таким образом, произведенный расчет производительности в разрабатываемом топливном насосе, позволил выбрать подходящий вариант модуля и количества зубьев, с возможностью получения нового разработанного топливного насоса для подачи пускового топлива.

Модульная платформа сбора и аналитики социальных данных при помощи гиперграфов

Скляров Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
thesklyar@gmail.com

Анализ данных из социальных сетей является одним из способов изучения поведения людей и их предпочтений в различных сферах. Для осуществления сбора данных была разработана аналитическая платформа, позволяющая взаимодействовать с API различных социальных сетей.

Основной функционал платформы задействует подключаемые модули к общему ядру системы. Каждый модуль позволяет платформе взаимодействовать с API определенной социальной сети.

Платформа предназначена для работы с публичными данными, которые пользователи выкладывают в свободный доступ. Такие данные могут быть нескольких типов: записи в блогах, сообщения в "ленте" на странице пользователя, "твиты", как разновидность публичных сообщений, комментарии к записям. Кроме этого платформа позволяет производить анализ групп людей, того в каких они состоят сообществах, кто добавляют друг друга в друзья и тому подобное. Можно изучать как конкретного пользователя, так и группу людей.

Для специфических типов анализа платформа предоставляет API, при помощи которого другие разработчики смогут получить варианты обработки данных, требуемые конкретно под их задачи, например, подробный семантический анализ комментариев пользователей сообщества социальной сети.

При работе с аналитической платформой пользователь выполняет запрос по конкретному пользователю или сообществу в социальной сети. При получении информации из социальной сети, платформа обрабатывает её и заполняет базу данных. После выстраиваются гиперграф общественных связей на основе запроса, а результаты анализа подвергаются классификации по часто используемым ключевым словам. На их основе строится ещё один гиперграф, где вершинами выступают слова, а гиперрёбрами – сами тексты.

После построения гиперграфов пользователь может получать информацию по выборке в графическом интерфейсе. А используя дополнительные модули, реализующие API системы, пользователь сможет реализовать дополнительные аналитические требования к выборке.

Платформа может предложить пользователю ввести дополнительные фильтры, такие как: конкретные слова в комментариях, поиск связей с определенными людьми, общие тематики сообществ и многое другое. В конце, платформа предоставляет пользователю отчет, в котором собрана информация об окружении пользователя, либо группы пользователей, анализ по фильтрам, общим сообществам и друзьям в сети. Основываясь на этом отчете платформа предлагает использовать ключевые данные в новом запросе для более глубокого анализа.

Разработанное программное обеспечение позволит автоматизировать исследования в различных областях социальной сферы, например, для исследования политических, вкусовых и других предпочтениях пользователей в различных сферах жизни и деятельности. При этом система не производит опросы, а обращается только к открытым данным, которые располагаются в свободном доступе, что экономит время и средства для сбора данных.

Опыт применения генеративного дизайна при модификации сварных конструкций

Старчаус В.С.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
vbulanova@bk.ru

Технологический прогресс постоянно вносит новшества в область трёхмерного моделирования и проектирования, время от времени совершенствуя или изменяя виды и техники создания моделей, а также сами алгоритмы и схемы описания построения изделий.

Одной из таких инноваций является генеративный дизайн. Данный метод моделирования позволяет делегировать часть задач и процессов компьютеру, тем самым упрощая работу человека. Но наиболее важным в данном случае является уменьшение риска возникновения фактора человеческой ошибки в расчётах, а также в создании трёхмерной модели. При работе с рассматриваемым алгоритмом человек является первоначальным и важным звеном в цепочке работы над изделием. Его основной задачей является создание необходимого перечня условий, на основе которых специализированное программное обеспечение способно модифицировать или создавать трёхмерные объекты.

Помимо интересного и футуристичного внешнего вида генеративный дизайн придает деталям большую твёрдость, при этом уменьшая объём материала. Указанные отличительные черты являются основополагающими преимуществами для множества отраслей производства, но в особенности – для авиа- и ракетостроения.

Преимущества генеративного дизайна были изучены на примере модификации металлической сварной конструкции выноса. При применении генеративного дизайна было достигнуто:

• Уменьшение массы используемого материала вдвое. При этом материал изготовления после модификации имеет схожие физические свойства с изначальным материалом.

• Удаление сварных швов. Это несет за собой увеличение прочности и точности конструкции.

• Уменьшение времени изготовления в 3 раза.

• Уменьшение себестоимости детали.

На данный момент многие производители уже стали вводить в свою работу методы генеративного дизайна. Простор областей их использования довольно обширен. Зачастую Генеративный дизайн используют в совокупности с аддитивными технологиями, из-за сложности реализуемой геометрии. Это так же упрощает работу человека. Сами же аддитивные технологии так же получили большое распространение и становятся всё более доступными. Но, несмотря на высокую стоимость 3D-принтеров для печати металлом, детали, выполненные на основе методов генеративного дизайна и аддитивных технологий, имеют экономическую выгоду для предприятия.

Список литературы:

1. Ильющенко Александр Эффективный инструмент современного машиностроения // Наука и инновации. 2016. №156. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnyy-instrument-sovremennogo-mashinostroeniya

2. Пархимович Артур Борисович, Краснова Алина Вадимовна, Воейко Ольга Александровна Генеративный дизайн как новая ступень проектирования // Управление качеством на этапах жизненного цикла технических и технологических систем. Сборник научных трудов Всероссийской научно-технической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019

Проектирование системы для автоматизированного тестирования лабораторных работ по программированию на языке С

Страхов Р.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хорошко Л.Л.
МАИ, Москва
romanstrah@mail.ru

В рамках обучения в ВУЗ существует комплекс задач, которые можно автоматизировать, тем самым уменьшив нагрузку на преподавательский состав. В рамках данной работы будет затронута проблема проверки и контроля лабораторных работ по программированию на языке С. Зачастую преподаватель вынужден тратить большое количество времени на проверку работ, не соответствующих формальным требованиям. Сокращение рутинных процессов возможно с помощью автоматизации первичной проверки работ. Однако финальная проверка и выставление оценки полностью контролируется преподавателем.

Цель данной работы — проектирование системы, упрощающей процесс проверки лабораторных работ по программированию на языке С.

В результате проведенного исследования было принято решение реализовать клиент-серверную архитектуру системы. На стороне клиента web-браузер принимает входные данные пользователя, такие как исходный код лабораторной работы, параметры компилятора, директивы формирования отчета, конфигурационный файл тестирования. Web-сервер принимает запрос клиента. FastCGI-программа, получив данные запроса пользователя, будет вести себя следующим образом. Данные конфигурационного файла тестирования заносятся в буфер, и интерпретируются в четыре текстовых файла, которые будут выступать в качестве стандартных потоков для программы клиента и ожидаемого результата выполнения. Затем производится первичная обработка исходного кода работы, с размещением соответствующих файлов в той же директории, что и предыдущие четыре. Далее будет вызываться системный вызов компилятора GCC, с указанными пользователем параметрами. В случае успеха, системным вызовом запускается полученный файл в двоичном коде. При получении кода завершения пользовательского приложения, программа произведет сравнение файлов с ожидаемым результатом и реальным выводом. На основании полученных данных будет формироваться и отправляется клиенту HTML-страница отчета. В нее также будет включено содержимое стандартных потоков и, если необходимо, тест, на котором была получена ошибка. После отправки отчета все данные, связанные с данным запросом будут удалены.

Следующим этапом после реализации прототипа по описанной выше архитектуре и его тестирования станет выбор и подключение системы управления базами данных, которая позволит решать более широкий спектр задач. Наличие базы данных предоставляет возможность хранения конфигурационных файлов, описания, условий и образцов задач, составления и хранения статистики, основанной на результатах тестирования конкретной работы.

В перспективе возможно добавление функционала, позволяющего производить проверку лабораторных работ на других языках программирования. Добавление других языков программирования планируется реализовать в виде модулей, что позволит разрабатывать алгоритмы проверки работ независимо от основной системы в соответствии с установленной спецификацией.

В результате исследования проблемы и возможных решений был спроектирован прототип сервиса автоматизированной проверки лабораторных работ по программированию на языке С.

Система синхронизации структурированных данных

Стульников К.Т., Аверин А.В., Кирдяшкин И.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
frostik0409@gmail.com

В современном мире благодаря развитию IT-технологий растет сложность и объем различных проектов и задач. С переходом на web-технологии, появляется необходимость обеспечения автономной работы клиентского приложения. Но для полноценной работы клиентских и серверных приложений данные на них должны быть согласованны. Соответственно, требуется разработка различных алгоритмов синхронизации данных.

Большинство современных языков являются объектно-ориентированными, что позволяет разделить алгоритмы обработки информации и структуры данных, в которых находится информация. Задача сводится к разработке алгоритма синхронизации структурированных данных, основанного на установлении однозначного соответствия между объектами.

Конкретная практическая задача возникает при опытно-конструкторской разработке, где производится большое количество испытаний на различных установках, при которых названия одних и тех параметров могут различаться, но иметь одинаковый физический смысл, фактически являясь синонимами. Для систематизации полученных результатов необходимо выполнять слияние синонимичных параметров и рассматривать их как эквивалентные названия одного реального показателя.

Для решения задачи по обеспечению едиными данными пользователей системы с учетом существования синонимов, система должна иметь клиент-серверную архитектуру, которая предоставит различным пользователям одинаковые данные без необходимости ручного обновления и автономную работу с последующей выгрузкой новых данных в автоматическом режиме. А также независимую систему передачи данных, для возможности внедрения данного решения в другие системы с различными способами передачи данных. Алгоритм, в свою очередь, должен не зависеть от способа хранения данных и иметь возможность быть внедренным в сторонние системы, которые могут использовать всевозможные способы хранения и передачи данных. Для дальнейшего развития необходима расширяемая архитектура и функционал, который позволит сообщать сторонним объектам о произошедших изменениях, на основе которых они смогут совершать необходимые действия. И заключающим условием будет являться подобность клиента и сервера, с помощью чего улучшиться читаемость и уровень программного кода.

На данном этапе в решении уже реализованы все основные функции необходимы для тестирования и документирования с последующим внедрением в сторонние решения. В частности, была разработана архитектура системы, по которой строились алгоритмы синхронизации структурированных данных для клиентской и серверной части, через интерфейсы взаимодействия частей системы, для достижения их независимости и универсальности. А также подготовлены пользовательские интерфейсы для интеграции с различными решениями по передаче и хранению данных. Ввиду необходимости тестирования, был разработан тестовый экземпляр системы с заменяемой прослойкой взаимодействия клиента с сервером по средствам REST паттерна и структурой классов для доступа к базе данных PostgreSQL.

Алгоритм синхронизации заключается в следующем: клиент отправляет на сервер имеющееся состояние объектов формате json с установленной структурой. Сервер принимает данные для обработки и запускает алгоритм синхронизации для каждой единицы данных. На данный момент существует два типа единиц данных: параметр и список его синонимов. Действия для этих дух типов отличаются, так как параметром связан с синонимами при помощи связи один ко многим. Серверный алгоритм представляет из себя абсолютный источник информации, это означает, что клиенты не могут изменять существующие значения на сервере при общей синхронизации, но могут только добавлять новые. При синхронизации этих единиц сервер добавляет новую информацию в хранилище и формирует список

инструкций с данными для синхронизации которые предоставляются системе отправки данных для передачи клиенту. Клиент в свою очередь получает ответ от сервера и производит выполнение установленных команд, через аналогичные методы. Сервер не может напрямую менять данные клиента. А клиент не может случайно изменить данные сервера, что гарантирует целостность данных на всех узлах системы.

Данное решение является универсальным и может встраиваться независимо от других систем и применяемых технологий, что является его важной и отличительной особенностью.

Алгоритм потокового шифрования на экстремальных k-однородных гиперграфах

Суворова А.А., Берецкий И.С.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
antonina.65.107@gmail.com

Современные цифровые решения постоянно подвергаются опасности утечки данных. Особенно важно это для передачи данных в радио потоке, например, при трансляции данных, получаемых беспилотным летательным аппаратом. Стандартное средство защиты информации – это применение потокового шифрования. При этом стоит учесть, что надёжное поточное шифрование, основанное на известных алгоритмах (DES, AES, ГОСТ и др.), весьма трудоёмко, что особенно важно для БПЛА, так как любое увеличение нагрузки на их процессор сокращает время полёта. В работе предлагается использование нового подхода в шифровании, основанного на экстремальных k-однородных гиперграфах. Хорошо известно, что у любого гиперграфа существует вектор степеней вершин. Для ряда гиперграфов такие вектора будут одинаковыми. Мы рассматриваем класс гиперграфов, у которых каждое ребро инцидентно ровно k вершинам. Кроме того, мы рассматриваем гиперграфы, которые не имеют неизоморфных гиперграфов с тем же вектором степеней вершин. Так как экстремальные k-однородные гиперграфы имеют взаимно-однозначное соответствие со своими векторами степеней вершин, то такие вектора мы тоже будем называть k-экстремальными. Также стоит отметить, что для реализации из вектора в однородный гиперграф существуют различные алгоритмы, называемые редукционными [1].

Предлагаемый алгоритм шифрования основан на идеи о том, что структура гиперграфа может быть использована, как метод шифрования. Однако для лёгкой передачи k-однородного гиперграфа может потребоваться матрица k-го порядка. Данный ключ получается достаточно массивным и неудобным в использовании. В результате в качестве ключа предлагается использовать k-экстремальный вектор степеней вершин. Так как по нему клиент способен восстановить используемый гиперграф и дешифровать сообщение.

Перейдём к алгоритму шифрования данных.

А) Сначала выберем гиперграф: его размерность (k) и количество вершин (n).

Б) Потом берём n первых блоков потока данных. Размер блоков лучше выбирать, таким образом, чтобы операции над ними были эффективны по времени. Оптимальным выбором видится разрядность процессора.

В) Теперь установим взаимно-однозначное соответствие между блоками и вершинами гиперграфа.

Г) Оцениваем структуру гиперграфа и как в нём связаны между собой вершины. Над наборами блоков, согласно структуре, проводим ряд обратимых операций.

Д) Данные готовы к пересылке клиенту.

Остался последний вопрос. Характеристикой данного шифра выступает набор из следующих показателей: k, n, вектор степеней вершин выбранного гиперграфа и размер используемого блока. Передавать данный ключ в открытом виде не разумно, так что на данном этапе предлагается его зашифровывать известным алгоритмом шифрования, так как он представляет собой не более чем n+3 единицы информации, то этот процесс будет достаточно быстрым и не задержит исполнение самого алгоритма.

Процесс получения начального потока данных состоит в получении из вектора гиперграфа, что является быстрым алгоритмом, и выполнением обратных операций в обратном порядке.

Если касаться вопроса подбора ключа, то известно, что существует более 2, 5 триллионов 3-экстремальных векторов всего на 15 вершинах [2], при этом рост количества таких векторов быстрее экспоненциального.

Список литературы:

1. Mokryakov A. V., Tsurkov V. I. «Reconstructing 2-comlexes by a nonnegative integer-valued vector» // Automation and Remote Control. 2011. v. 72. №12. pp. 2541-2552.

2. Мокряков А. В., Селин П. С., Цурков В. И. Минимакс и восстановление по вектору в графах. — М.: Физматлит. 2017. 309 с.

Выбор технологии для реализации кроссплатформенного программного обеспечения модуля информационного сопровождения процессов формирования отчётной документации

Сунцев В.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.

МАИ, Москва

trimetral@gmail.com

В процессе разработки современного программного обеспечения для внутреннего, корпоративного применения, стоит больше обращать внимание на инструменты и технологии с максимально долгим периодом поддержки. Такая необходимость обусловлена расширенными требованиями по качеству и уровням безопасности, которые предъявляются к программному обеспечению для решения специализированных задач, для которых не применимы стандартные и универсальные инструменты.

.NET Core является бесплатным и кроссплатформенным инструментом разработки программного обеспечения. Поддерживает четыре типа приложений: консольные, ASP.NET Core, облачные и приложения на базе технологии Universal Windows Platform (UWP). Windows Forms и Windows Presentation Foundation (WPF) не поддерживаются в .NET Core. Технически .NET Core поддерживает только консольные приложения, так как ASP.NET Core и UWP это просто модели приложения, построенные на .NET Core. И, в отличие от реализации .NET Framework, .NET Core не считается компонентом операционной системы Windows.

Каждая реализация фреймворка имеет свой собственный набор компонентов и библиотек базовых классов (BCL). В эти библиотеки входят: обработчики исключений, методы работы со строковыми типами, XML/JSON, ввод/вывод, работа с сетью и коллекции.

.NET Standard является спецификацией для реализаций BCL. И, так как все реализации обязаны следовать стандарту, разработчикам не приходится заботиться о том, что на разных версиях реализаций будет что-то не работать.

Связь между .NET Standard и его реализациями такая же, как связь между браузером и HTML спецификацией. Браузер реализует спецификации. Следовательно, .NET Framework, Xamarin и .NET Core реализуют .NET Standard, то есть, включают в себя библиотеки базовых классов. Так как технологии не стоят на месте, в фреймворки вводятся всё более новые функции, а наличие спецификации позволяет разработчикам понимать, какой функционал может быть использован.

В заключение, .NET Standard является API спецификацией, которая определяет набор библиотек базовых классов в конкретной версии. .NET Core — это поддерживаемый фреймворк, который создан для разработки кроссплатформенных консольных, облачных, ASP.NET Core и UWP приложений, и включает в себя набор библиотек базовых классов, являясь реализацией .NET Standard.

Оценка угроз в информационных системах передачи сообщений

Сычев С.А.
Научный руководитель — Бекасов Д.Е.
МГТУ им Н.Э. Баумана, Москва
rk474@yandex.ru

Системы передачи сообщений сейчас используются практически повсеместно: в корпоративном секторе, медицине [1], образовании [2]. Наиболее распространенными являются социальные сети и мессенджеры общего назначения. Отдельно стоит отметить системы оповещения об угрозах, ведь своевременное оповещение может стоить человеку жизни [3].

При работе с такими системами необходимо учитывать различные угрозы. Методы и технологии защиты развиваются и совершенствуются [4], к примеру, применяется End-to-End шифрование [5]. Однако угрозы прогрессируют вместе с ними.

Выявление уязвимостей и дефектов в системе наиболее эффективно на ранних этапах её разработки. В связи с этим, представляет интерес модель, позволяющая на этапе проектирования определить, удовлетворяет ли архитектура предъявляемым требованиям.

Выделяют несколько видов архитектур систем передачи сообщений:

• Централизованная, в которой выделяется один или несколько основных высокопроизводительных узлов [6]. Примеры архитектур таких систем рассмотрены в [2];

• На основе одноранговой пиринговой сети, в которой функции распределяются по узлам равномерно [6].

Стоит отметить также гибридный вариант [6].

Для определения существенных параметров элементов системы предлагаться опираться на следующие характерные угрозы:

• Потеря сообщения при передаче;
• Потеря скорости передачи сообщений;
• Раскрытие факта передачи сообщения;
• Раскрытие содержания сообщения;
• Подмена содержания сообщения;
• Угроза получения доступа к узлу/подмена узла.

При разработке или оценке конкретной системы учитывают лишь угрозы, имеющие значение в рамках рассматриваемой задачи.

Предлагается оценивать параметры систем передачи сообщений при помощи имитационного моделирования. Базовые понятия данного метода изложены в [7]. Метод активно применяется в различных областях, таких как передача данных [8], логистика [9] и др.

В предлагаемой модели архитектура системы представляется в виде графа, по которому от узла к узлу происходит передача сообщений различных типов.

В качестве узлов могут выступать отдельные сервера, сервисы, агенты пиринговой сети, клиентские приложения и т. д. Для узлов определяются следующие параметры:

• Время обработки/создания сообщения;
• Законы генерации/трансформации сообщений;
• Вероятность ошибки/потери сообщения;
• Вероятность раскрытия факта передачи и/или содержимого сообщения;
• Вероятность подмены сообщения;
• Вероятность выхода узла из строя.

Узлы соединены между собой каналами, по которым производится передача сообщений. Во время передачи сообщения также подвержены угрозам. Предлагаются следующие характеристики каналов, обобщенно описывающие основные угрозы, существующие при передаче:

• Время передачи сообщения;
• Вероятность ошибки/потери сообщения;
• Вероятность раскрытия факта передачи и/или содержимого сообщения;

• Вероятность подмены сообщения;

• Вероятность выхода канала из строя.

Для каждого типа сообщений могут быть заданы свои характеристики каналов и узлов.

На основе анализа угроз и особенностей архитектур систем передачи сообщений предложена модель, позволяющая оценить параметры системы, основываясь на характеристиках её элементов. В модели выделен ряд параметров, описывающих степень уязвимости системы перед рассмотренными угрозами.

Разработанная модель может быть использована для:

• Анализа тех или иных параметров реальной системы, с целью выявления узких мест;

• Анализа предлагаемой архитектуры системы на этапе проектирования, с целью предотвращения ошибок и выявления неэффективных решений;

• Анализа архитектуры при доработке и добавлении в систему нового функционала, с целью предотвращения деградации ключевых параметров системы.

Список литературы:

1. Newman, A., Brownell, J. Applying communication technology: Introducing email and instant messaging in the hospitality curriculum. 2008

2. Yulianto B. и др, Architecture and Implementation of Instant Messaging in Educational Institution. ICCSCI, 2015

3. Best Practices in Wireless Emergency Alerts. Software Engineering Institute Carnegie Mellon University, 2013

4. Unger N. и др. SoK: Secure messaging in Proc. IEEE Symp. Secur. Privacy, 2015, с. 232-249

5. Endeley, R. End-to-End Encryption in Messaging Services and National Security-Case of WhatsApp Messenger. Journal of Information Security, 9, 2018, с. 95-99

6. Schollmeier R. A Definition of Peer-to-Peer Networking for the Classification of Peer-to-Peer Architectures and Applications. Proc. of the First International Conference on Peer-to-Peer Computing, 2001, с. 101-102

7. Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. 3-е изд. Санкт-Петербург: ПИТЕР, 2004. 846 с.

8. Богачев Д.Г. Имитационная модель среды информационного обмена, включающая математическую модель резервирования ресурсов пакетной сети передачи данных с множественным доступом. Вестник Евразийской науки, 2018 №1

9. Толуев Ю.И. Имитационное моделирование логистических сетей. Логистика и управление цепями поставок. 2008 г., № 2/25.

Система исследования публикаций в интернете для осуществления торговли на финансовой бирже

Тараненко Д.Л.

Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

silentiumdz@gmail.com

Перспективной и популярной темой исследований в области финансовой торговли является создание прогнозов при использовании различного рода данных. Например, основываясь на публикациях в интернете. Размещаемые в интернете публикации могут оказать значительное воздействие на фондовый рынок. Например, твит (публикация в социальной сети Twitter) от аналитической компании или авторитетного финансового брокера могут повлиять на изменение стоимости акций определенной компании. В связи с этим требуется разработка системы, которая сможет выполнять анализ данных и на их основе прогнозировать изменение стоимости ценных бумаг.

Одним из способов решения задачи является присвоение коэффициента изменения увеличения и уменьшения стоимости акций на основе прогнозов тональности публикаций в различных социальных сетях. Эти коэффициенты можно использовать принятия решения, покупать или продавать конкретные акции. Для наглядного примера система будет

использовать данные промышленного индекса Доу-Джонса прошлых годов. Для принятия решения об эффективности работы принятого решения был использован стандартный метод к формированию финансового портфолио, который основывается на данных исследования стандартного отклонения выбранных акций за исторический период. Данное решение показало низкие значения риска операций, также был обнаружен отличный результат в минимизации просадки портфеля.

Для решения задачи было написано микросервисное приложение на веб-фреймворке NestJS с использованием языка TypeScript. Данное приложение использует несколько сервисов, ответственных за сбор данных о размещённых в интернете сообщениях, преобразование данных и их анализ, и за прогнозирование изменения стоимости тех или иных акций. В качестве хранилища данных была использована СУБД PostgreSQL, отличающаяся высокой степенью защиты данных и отличной производительностью. Для вывода результатов в виде графиков было создано клиентское приложение с использованием React.

В результате была написана система, отвечающая современным требованиям к безопасности и скорости работы, и позволяющая создавать прогнозы для фондового рынка, основанные на анализе публикаций в интернете.

Применение блокчейн технологии в системах проведения голосований

Темнов А.А., Аметов П.С.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
temnov_aleksei@mail.ru

Голосования стали неотъемлемой частью современного мира. Различного рода опросы могут проводиться в разных масштабах, с разным количеством респондентов. В связи с чрезвычайной важностью данного способа волеизъявления народа, возникает перечень требований к системе, которая сможет обеспечить проведение опросов. Одним из этих пунктов является обеспечение защиты от фальсификации результатов голосования. Система должна свести к минимуму возможность изменения данных злоумышленником.

Для решения поставленной задачи предлагается применить технологию блокчейн в системах проведения опросов. Блокчейн — это связанная цепочка блоков, в которой каждый блок содержит набор данных, хэш-сумму от них и хэш-сумму из предыдущего блока. За счет хэширования изменение данных в одном блоке приводит к необходимости пересчитывать хэш-суммы всех последующих блоков. Чтобы минимизировать изменения данных в последовательности блоков, цепи хранят на нескольких компьютерах, которые независимы друг от друга и периодически синхронизируются. В случае успешной атаки на один из компьютеров сети, можно будет выявить факт взлома при непосредственном сравнении хэш-сумм на других компьютерах. Таким образом обеспечивается защита от подмены данных.

Для использования отмеченного преимущества технологии блокчейн в проведения опросов была спроектирована и разработана информационная система. Компонентами системы являются:

1. Основное приложение на платформе Node.js, которое имеет возможность добавлять новые блоки, регистрировать и принимать голоса участников.

2. Множество сервисов, которые синхронизируются с основным, но не вносят изменения в цепочку блоков. Они обеспечивают проверку корректности цепочки блоков и предоставляют возможности чтения данных посредством REST API.

3. Web-клиент разработанный с использованием React для доступа к системе.

Такой вариант работы называется Proof of Authority (PoA — доказательство полномочий) — когда есть участники, которые имеют право добавлять новые блоки, и участники, которые проверяют валидность всей цепи блоков. В отличие от других подходов, PoA обеспечивает высокую скорость обработки данных и синхронизации между участниками сети.

В результате была реализована система проведения опросов на основе технологии блокчейн, обеспечивающая необходимый уровень защиты от фальсификации данных.

Исследование процесса функционирования РТК на основе его имитационной математической модели

Тйаги Д.А., Каюмов Э.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
drugstorefreak@gmail.com

В последние годы термин «цифровой двойник» всё больше охватывает различные отрасли машиностроения. Роботизация процессов загрузки-разгрузки станков с ЧПУ является основой автоматизированного производства. Задачей повышения эффективности автоматизированного производства является оптимизация организации функционирования робота в автоматизированной системе. Оборудование, получая сведения об изменившихся требованиях, сможет само вносить корректировки в процесс.

Организация «Цифрового двойника» должна позволить моделировать производственные ситуации с учетом различных факторов. В нашем случае, мы пытаемся создать двойник системы работы РТК на основе имитационного подхода. В конечном итоге была поставлена задача оценить состояние системы в разные интервалы времени, определяя коэффициент загрузки элементов РТК. При имитационном подходе на первом этапе строится экспериментальная модель системы. Затем производится сравнительная оценка различных вариантов функционирования системы путем моделирования текущих ситуаций в рассматриваемой модели.

Имитационное моделирование позволяет организовать «цифровой двойник» для описания системы. Имитационное моделирование – математическое моделирование функционирования объектов, поведение которых невозможно описать аналитическим выражением в виде непрерывной функции. Для моделирования повеления производственной системы или её элементов используется совокупность аналитических выражений взаимосвязанных логическими условиями. Таким образом, осуществляется прямое описание процессов, протекающих в моделируемой системе.

С учётом разных компоновок участка была создана общая имитационная математическая модель функционирования РТК. Был разработан алгоритм, описывающий работу комплекса. В дальнейшем с помощью данного алгоритма была оценена эффективность работы РТК (расчёт коэффициента загрузки оборудования, исходя из данных о рабочем и общем времени).

Сам алгоритм может иметь как последовательную, так и параллельную структуру, при этом основа логического подхода не меняется. Вопрос заключается в целесообразности применения подхода программирования в зависимости от условий (количество оборудования, станков, номенклатура).

В результате проведенного исследования была подтверждена адекватность разработанной модели, а её использование на производстве позволило повысить производительность оборудования в 1,5 раза.

Список литературы:

1. Основы имитационного моделирования. Под редакцией Каталевского. 2015 г.
2. Имитационное моделирование. А.С. Акопов. 2015 г.
3. Статья “имитационное моделирование”, А.Е. Рамзаева, 2012 г.
4. Основы управления манипуляционными роботами, С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко.
5. Атлас “Робототехнические комплексы”.

Разработка программного обеспечения по переводу псевдокода из документов Word, Excel в проект Scade Ansys или язык C

Ткачев А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
sasha12071999@yandex.ru

Для создания программного обеспечения (ПО) бортовых систем и оборудования существует документ, который излагает инструктивные материалы относительно его создания – “ КТ-178В Требования к программному обеспечению бортовой аппаратуры и систем при сертификации авиационной техники”. Для прохождения сертификации необходимо соблюдение правил этого документа. По КТ-178В ПО разделяется на верхний и нижний уровень. Требования высокого уровня (спецификация требований к ПО) получаются непосредственно из анализа требований к системе и архитектуры её построения. Обычно на дальнейших этапах проектирования они детализируются и формулируются в виде требований более низкого. Для составления требований высокого уровня процесс разработки спецификации к ПО использует выходные данные процесса жизненного цикла системы. Для удобства перевода их на низкий уровень, позволяется писать псевдокод. Для хранения требований на большинство предприятиях используется программа DOORS. Она позволяет вывести требования в табличный вид в Word и Excel.

Для перевода требований на низкий уровень требуется огромное количество времени и людей. Эта работа может быть автоматизирована и оптимизирована. С этой целью был создан программный комплекс, написанный на языке Python 3. Он состоит из 6 модулей

1-й модуль – графический интерфейс программы
2-й модуль – перевод программы на язык Си
3-й модуль – содержит данные для создания проекта Scade
4-й модуль – переводи программу на язык Scade
5-й модуль – создает xml – файл в котором будет содержаться код Scade
6-й модуль – архивирование файлов, создание хэшкодов

В программе можно выбрать на какой язык переводить псевдокод: Си или Scade. При переводе в Scade, создается уже готовый проект с xml документами и отдельно текстовый файл кодом. Транслирование кода в основном осуществляется за счет регулярных выражений. В ней также присутствует алгоритм обратной польской записи для формирования xml-документа. В программе заложена обработка ошибок и при переводе неверного псевдокода будет выдана ошибка в окно графического интерфейса.

Использование этой программы значительно сокращает время перевода требований на низкий уровень и поиска ошибок.

Программный комплекс для визуализации и обработки растровых векторных и трехмерных данных

Трусова В.Л., Меркулов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Максимов Н.А.
МАИ, Москва
tori.true@yandex.ru

За последние десять лет ГИС достаточно интенсивно развилась с точки зрения аппаратной и программной части, что позволило снизить стоимость и увеличить производительность. Интенсивное развитие ЭВМ позволило сделать настольные ГИС более доступными для широкого круга пользователей. Определенную роль сыграло и развитие компьютерной графики, которая, на данный момент, позволяет отображать картографические данные не только в двухмерном, но и в трехмерном виде. На данный момент ГИС можно развернуть в

глобальной или локальной сети, а для взаимодействия с ней потребуется WEB-браузер актуальной версии.

Cesium — это JavaScript-библиотека для создания трехмерных глобусов и двумерных карт в веб-браузере без использования плагинов с динамической визуализацией данных. Она предоставляется в виде отдельного JS-файла, и работает во всех современных браузерах, включая мобильные. Эта библиотека позволяет отображать высокоточные трехмерные карты с максимально плавной потоковой передачей данных, объединяя пользовательские данные с встроенными для глобального покрытия.

Практическая ценность обеспечивается за счет использования данных в основных общепринятых форматах и возможности их визуализации за счет реализаций алгоритмов примененных в ходе данной работы.

Разработка трехмерных моделей в ПК Agisoft Metasape производится путем фотограмметрической обработки данных воздушной съемки. Он позволяет автоматически создавать высококачественные трехмерные модели объектов на основе цифровых фотоизображений. Эти данные представляют собой фотоизображения с элементами внутреннего ориентирования.

Трехмерные модели представляются в ПК обработки и визуализации и представляют собой пирамиду трёхмерных элементов с различными уровнями детализации, как геометрической, так и растровой составляющих, описываются geoJson. Они имеют географическую привязку, а их отображение возможно в комплексе с другими видами данных: растровыми или векторными.

Актуальность работы заключается в одновременном комплексном применении алгоритмов обработки и визуализации данных в едином геоинформационном пространстве, что позволяет выполнять расчетно-аналитические задачи широкого спектра.

Разработка мобильного приложения «Расписание занятий» для ОС Android

Тугушева Д.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Челпанов А.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
DianaTugusheva3004@gmail.com

В настоящее время всё более остро встает проблема организации собственного времени. Интенсивность современных образовательных программ, а также высокая занятость студентов в различной внеучебной активности, такой как спорт, культурно-развлекательные проекты, общественная деятельность, требует строгой организации личного времени, что делает выше указанную проблему актуальной. Одним из незаменимых помощников современного студента может являться мобильный телефон, поскольку удобство всевозможных полезных программ, функций и опций, которыми оснащены современные сотовые телефоны, сложно переоценить.

В связи с вышеизложенным возникла идея реализации мобильного приложения, которое может помочь студенту организовать учёт собственного времени, которое позволит всегда иметь под рукой возможность посмотреть текущее расписание занятий.

При выборе платформы рассматривалась статистика исследовательской компании IDC, размещённая в свободном доступе, согласно которой мобильная операционная система Android является самой широко распространённой на данный момент.

Для создания приложения под Android была выбрана платформа разработки мобильных приложений с открытым исходным кодом Apache Cordova. Она позволяет использовать стандартные веб-технологии, такие как HTML5, CSS3 и JavaScript для кросс платформенной мобильной разработки.

Для выполнения проекта было установлено и настроено следующие программное обеспечение на ПК под управлением ОС Windows 10:

• Java Development Kit — бесплатно распространяемый компанией Oracle Corporation комплект разработчика приложений на языке Java, необходимый для работы Apache Cordova;

• NetBeans IDE — свободная и бесплатная интегрированная среда разработки приложений;

• Android SDK — комплект средств разработки, необходимый для того, чтобы запускать приложение смартфонов под управлением Android непосредственно на компьютере. Необходим для работы Genymotion – быстрого эмулятора Android, с помощью которого производилось тестирование разрабатываемого приложения;

• Genymotion — это специализированное ПО, благодаря которому на ПК можно развернуть функционал мобильный ОС Android. Основанное на Virtual Box, оно виртуализирует, а не эмулирует Android, обеспечивая ощутимый прирост производительности;

• Отладка мобильного приложения была проведена с применением инструмента Chrome's Developer Tools.

Разработанное приложение несет в себе три основных функции:

• Возможность быстро узнать расписание занятий и место их проведения;

• Возможность отслеживать расписание нескольких групп;

• Возможность посмотреть дополнительную информацию в пользовательском меню.

Так же в приложении реализован счетчик дней до сессии, который в зависимости от выбранной группы и даты, установленной на данном устройстве, определяет, какая сессия впереди (летняя/зимняя) и сколько дней до нее осталось. Благодаря понятному интерфейсу, простоте и удобству использования данное приложение станет незаменимым помощником студентам в организации ими личного времени.

Система для генерации рукописного текста

Удалов Н.Н., Стульников К.Т., Кирдяшкин И.В.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
nnudalov@gmail.com

В современном мире представлено множество технологий для распознавания рукописного текста, но иногда возникает необходимость сделать обратную операцию — преобразовать печатный текст в рукописный. Это может быть полезно при сдаче отчётностей, где документы заверяются факсимильной подписью, в медиа-индустрии, где необходимо надлежащим образом оформить демонстрационные материалы и так далее. Возможно использование данного функционала для более простых задач, например, написание конспектов с таблицами, рефератов за короткий промежуток времени. Поэтому было разработано приложение для конвертации печатного текста в рукописный.

Идея приложения состоит в быстрой и качественной симуляции рукописного текста из файлов различных форматов, при сохранении разметки страницы и всех нетекстовых данных: картинок, графиков и таблиц. Результатом работы данной системы является уникальный PDF файл с симуляцией рукописного текста.

В качестве платформы для реализации приложения были выбраны мобильные устройства, так как они обладают следующими преимуществами:

- Удобная отправка файлов через встроенный функционал системы,
- Доступность на мобильном устройстве в любом месте,
- Наличие целевой аудитории, легкость продвижения,
- Актуальность и современность мобильной платформы.

Структура приложения состоит из четырех ключевых фрагментов (вкладки):

- Просмотрщик файлов (список со сгенерированными рукописными PDF-файлами),
- Текстовый редактор (поле для ввода текста, которое необходимо для создания малых рукописных работ, вставки скопированного текста),

– Вкладка с настройками системы (настройки наклона почерка, небрежности написания, размеры страниц, шрифты и т.д.),

– Редактор рукописных шрифтов (позволяет выбрать сочетание шрифтов, которые будут использоваться для создания документов).

Перед началом реализации проекта был изучен рынок приложений и возможных web-ресурсов на наличие похожих проектов. Конкуренты имели следующие недостатки:

– Высокая стоимость,
– Отсутствие возможности создания таблиц,
– Невозможность загрузки в систему файлов *.txt, *.doc и *.docx форматов,
– Сложный и запутанный интерфейс.

Проанализировав выявленные недочеты, была поставлена цель исправить их и объединить решения в данном проекте:

– Проект полностью бесплатный без интегрированной рекламы. Платными являются лишь дополнительные наборы шрифтов, которые позволяют увеличить уникальность результата;
– Умная генерация рукописных таблиц (написанные от руки, они зачастую отличаются по стилю. Для большей схожести был разработан отдельный модуль, который отвечает за анализ текста, подбор размера ячеек и разметку таблиц на листах разного размера, а так же неровности линий, перенос таблиц со страницы на страницу и эмуляцию возможных помарок);
– Оптимизированная библиотека для работы с Word-файлами, благодаря чему достигнуто минимальное время обработки (около 3 секунд для файла из 100 страниц с таблицами, картинками и различными настройками);
– Акцент на важных параметрах системы, ограждая пользователя от излишних настроек.

Разработанное приложение также имеет большой список дополнительных настроек, который планируется к дальнейшему расширению:

– Расстояние между буквами, словами, строчками;
– Тип поведения линий на страницах — линии могут съезжать, уезжать наверх, немного скакать (чтобы не допустить их пересечения, создан модуль, который анализирует предыдущие строки и предлагает наиболее похожее поведение для следующей линии)
– Наклон текста, как в левую, так и правую стороны (из-за ограниченных возможностей мобильной платформы пришлось вручную работать с матрицами поворота и корректировки положения символов относительно страницы)
– Расположение нумерации страниц
– Фоновая разметка страниц (линия, клетка, адаптивная клетка — подстраивается под размер шрифта)

Для реализации мобильного приложения были использованы следующие технологии:

– Мобильная платформа Android
– Набор средств разработки Android SDK
– Язык программирования Java
– Библиотека для работы с Word файлами Apache Poi
– Библиотека для создания PDF файлов Android.PDF

В будущем возможно добавление модуля, который будет анализировать стиль и почерк пользователя исходя из загруженных им образцов текста.

На данный момент проект «HandWriter» уже размещён в магазине приложений Google Play и имеет более 10 тыс. загрузок и более 60-ти оценок (средняя — 4.7).

Фильтрация данных в MVVM приложениях

Уколов А.П.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
sashaukl2@gmail.com

Несмотря на то, что паттерн MVVM сегодня широко распространен, в веб, мобильных и десктопных приложениях возникают проблемы с фильтрацией данных если они зависят друг от друга.

Сам же шаблон MVVM делиться на 3 части Model — логика работы с данными. ViewModel — оборачивает данные из моделей и предоставляет их View. View — интерфейс занимающийся графической частью получает данные из ViewModel и отображает их. Данные предоставляются с помощью паттерна наблюдатель, то есть View реагирует на изменение данных во ViewModel.

В большинстве случаев данные хранятся не в обычном массиве, так как важно понимать состояние View. Чтобы не отправлять сообщение об изменении данных в несуществующее View, что может привести к утечке памяти или вылету приложения. В различных системах для этого реализованы разные “контейнеры”. К примеру, в Android это называется LiveData.

В основном MVVM работает со статической типизацией с такими языками как Kotlin, C#, Swift, C++, Java. Все работает хорошо, пока мы используем один тип данных и тут же их отображаем. Но как только нам надо менять весь экран, на котором расположены данные различного типа возникает проблема, ведь мы создали на каждый тип данных отдельный наблюдатель. Для решения этой проблемы существуют подходы фильтрации и объединения этих контейнерах.

Так как язык статический для объединения этих контейнеров понадобится тип включающих в себя хотя бы два типа, для примера возьмем тип Pair (“пара”), который представлен в большинстве языков со статической типизацией. Если же Контейнеров больше — можно создать отдельный объект, хранящий нужные нам классы. Дальше, внутри объекта объединяющего данные подписываемся на все наши контейнеры и меняем значение изменившегося типа, если одно значения должно изменится в зависимости от пришедшего нового можем изменит и его. В итоге вместо двух и наблюдателей мы получаем всего один. Такие классы называются — медиаторы.

Для более читаемого кода стоит написать функцию расширение с перегрузкой оператора zip.

Но что же с фильтрацией, ведь существуют ситуации, когда некоторые данные не надо получать совсем, например, надо вывести сообщения только одного пользователя и объединить их с фотографией которые подгружаются отдельно. Для этого сначала объединяем медиатором фотографии и сообщения. А дальше с помощью функции map объединяем нужные нам данные. Это — Transformations.

Данные подходы позволяют обрабатывать разнородные данные и передавать их в графический интерфейс без необходимости их обработки там, что повышает читабельность, красоту кода, а также архитектурную независимость модулей приложения.

Структуризация звукового потока

Фадеев М.М., Евсеева М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва
Fadeev_mix@bk.ru

Современное направление исследований по обработке звука и обработке голосовых данных сосредоточено на методах машинного обучения и нейросетях. Используемые алгоритмы на сегодняшний день выдают более чем удовлетворительный результат. За последние годы качество распознавания увеличилось в разы, и, в связи с этим увеличилось

распространённость применения таких алгоритмов на различных гаджетах и сервисах. Но подавляющее большинство используемых в качестве фундаментальных основ для существующих инструментов распознавания и обработки используемых алгоритмов и методов, например, как скрытая Марковская цепь, полностью зависимы от статистики. Её наличие, количество и качество наполнения напрямую определяют качество получаемого результата.

Предлагаемый логико-лингвистический подход предполагает вскрыть внутреннюю логику построения и восприятия осмысленных звуков, и ориентирован, прежде всего, на качественное рассмотрение потока данных в виде набора структур, ассоциируемых со «знаками-буквами» и имеющими ограниченное число представлений. В рамках подхода основной операцией является процесс структуризации звукового потока, после чего возможен глубокий анализ полученных данных. Важнейшим моментом при такой структуризации является выбор структур, которые смогут отразить характерные особенности, и то, как мы их формируем, что предопределяет их время исполнения. На данном этапе предложено три уровня структуризации:

Нулевой уровень структуризации. Это подмножество простейших структур, которые названо примитивами, за исключением трех простейших структур, образующих линию. Описание структуры имеет фиксированную размерность.

Первый уровень структуризации. На этом уровне поток данных структурируется из совокупности примитивов и может включать от 6 до 10 характерных точек. Такую структуру мы назвали УНИверсальный ПРИмитив – УНИПРИМ. При этом учитывается ситуация с наличием двух локальных подряд идущих максимумов или минимумов, максимумов и минимумов или минимумов и максимумов одновременно для характерных точек, имеющих одно и то же значение амплитуды. Но, независимо от количества входящих характерных точек, УНИПРИМ фиксирует только три подряд идущих максимума и три подряд идущих минимума, начиная с минимальной характерной точки. Подряд идущие максимумы и минимумы при их равенстве значения амплитуд считаются одним максимумом и одним минимумом. При равенстве максимума и минимума идет подразделение и отнесение их к группе максимумов или минимумов. Описание структуры имеет фиксированную размерность представления при переменном числе фиксируемых характерных точек, часть которых определяется из контекста в зависимости от типа УНИПРИМа. Выделенная структура, последовательно фиксирующая сначала минимальную характерную точку, а затем максимальную характерную точку, позволяет легко отделить последовательность сначала минимальных, а затем максимальных характерных точек. Разделенные таким образом характерные точки можно рассматривать как набор значений амплитуд, по которым мы можем структурировать каждый поток в виде последовательности примитивов.

Второй уровень структуризации. Данный уровень структуризации обеспечивает структуризацию потока на участки, имеющие глобальную структуру, в которой между двумя глобальными характерными точками имеется глобальный максимум и наоборот. Но такая структура охватывает переменное число характерных точек и может быть ассиметрична относительно максимума. Структура фиксируется на базе совокупности УНИПРИМов, в качестве подмножества таких структур. с переменной длиной такой последовательности. Такая структура была названа – Типизируемый Амплитудный ВаРиант фиксации переменной Области характерных точек – ТАВРО. Обрамляющая структура ТАВРО отражает структуру, соответствующую ПРИМИТИВУ. Этот ТАВРО уровень можно рассматривать как начальный элемент описания звука. Из наборов таких ТАВРО становится возможным «осмысленно» собирать различные комбинации структур, из которых получаются звуковые последовательности в то числе и фонемы.

Рассмотренные структуры формируются и исследуются на программном комплексе с целью синтезирования их в звуковой поток.

Список литературы:
1. Балакирев Н.Е., Нгуен Х.З., Малков М.А., Фадеев М.М. Структуризация и качественное рассмотрение звукового потока в системе синтеза и анализа речи / Н. Е. Балакирев [и др.] // Программные продукты и системы. – 2018. – № 4. – С. 768-776.
2. Балакирев Н.Е., Евсеева М.В., Нгуен Хоанг Зуй, Фадеев М.М. Новые подходы в создании инструментария для исследований информационного содержания волн / Н. Е. Балакирев, М. В. Евсеева, Нгуен Хоанг Зуй, М. М. Фадеев // Интеллектуальный анализ сигналов, данных и знаний: методы и средства: Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием им. В.В. Губарева (Новосибирск, 11-13 декабря 2018 г.). – Новосибирск, 2018. – С. 22-28.

Создание веб-сервиса для доступа к инструментам автоматического анализа текстов

Фатыхов А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва
fatalik1998@gmail.com

В настоящее время разработчики самых разных систем пытаются сделать их все более интеллектуальными, что позволяет ускорить ежедневную работу с информацией. Создание различных программных средств упрощает и ускоряет процесс разработки новых систем с интересными возможностями. При создании разнообразных приложений могут использовать разные языки программирования и технологии, которые функционируют на различных программных платформах и т.п. Веб-сервисы представляют возможность разным приложениям обмениваться данными друг с другом по единому протоколу и являются крайне распространенными в современном мире.

В МАИ на кафедре 319 «Системы интеллектуального мониторинга» был разработан Java-фреймворк TAWT (Tools for Automated Work with Text) [1] с открытым исходным кодом, который предоставляет готовые инструменты и структуры данных для основных этапов автоматического анализа текста на русском языке. Фреймворк реализует три этапа анализа текста – графематический, морфологический и семантико-синтаксический, также имеется возможность изменения отдельных инструментов фреймворка или наборов правил для проведения анализа при необходимости [2].

Для обеспечения возможности использования инструментов фреймворка TAWT более широкому кругу пользователей, был разработан веб-сервис, который предоставляет доступ к инструментам автоматического анализа текстов на русском языке не только разработчикам систем на языке Java, но и любых других, используя для взаимодействия HTTP-протокол. Кроме того, реализация в виде сервиса дает возможность сокращение времени загрузки создаваемого приложения при разработке, а также оптимизации расхода оперативной памяти при развертывании нескольких приложений, использующих TAWT на одном сервере.

Со стороны пользователя, т.е. другого приложения, отправляется HTTP-запрос, в котором указывается необходимое для проверки слово (с морфологическими параметрами или без) или предложение — на сервер, в котором происходит передача полученных параметров в существующие методы инструментов фреймворка TAWT, реализующие графематический анализ — инструмент «Parser», морфологический анализ — инструмент «JMorfSdk», семантико-синтаксический анализ — инструмент «SP», объединяющий все методы графематического и морфологического этапов — инструмент «GAMA» и другие инструменты. После обработки запроса сервис возвращает ответ пользователю в формате JSON. Например, метод «getTypeOfSpeeches()» инструмента «JMorfSdk» принимает на вход слово, отправленное пользователем, и возвращает возможные части речи данного слова обратно пользователю в виде списка. Предусмотрена возможность работы в упрощенном режиме, в этом случае сервис автоматически выбирает наиболее вероятный вариант значения запрошенного параметра и выдает однозначный результат.

Сервис разработан в архитектурном стиле RESTful с помощью языка программирования Java с использованием фреймворка Spring Boot и средства сборки проекта Maven.

В результате были спроектированы и разработаны основные функции веб-сервиса, предоставляющего программный интерфейс к инструментам фреймворка автоматического анализа текстов на русском языке. Разработанный сервис дополняет фреймворк TAWT и дает возможность использования средств лингвистического анализа текста в программных системах с различной архитектурой и стеком технологий, что способствует развитию интеллектуальных функций в информационных системах.

Список литературы:

1. Tools for Automated Work with Text (TAWT) — Режим доступа: http://textanalysis.ru/jce/details/tawt, свободный. (Дата обращения: 20.02.2020)

2. The Framework for Hypothesis Verification and Analysis of Natural Language Processing for the Russian Language / E. V. Politsyna, S. A. Politsyn, A. S. Porechny // Supplementary Proceedings of the Seventh International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts (AIST-SUP 2018), Moscow, Russia, July 5–7, 2018. – CEUR WorkShop Proceedings, ISSN 1613-0073 Aachen, Germany, 2018. – vol. 2268. – P. 25–33

3. Application Programming Interface (API) — Режим доступа: http://www.tadviser.ru/a/53171, свободный. (Дата обращения: 20.02.2020)

«Разработка различных стратегий использования голосовой почты с целью обеспечения дополнительных видов конфиденциальности»

Федюк Ю.О.

Научный руководитель — к.т.н. Балакирев Н.Е.

МАИ, Москва

yujust@yandex.ru

С развитием научно-технического прогресса информация становится всё более и более ценным ресурсом. Информационный продукт продаётся и покупается, намеренно крадётся и раскрывается по ошибке. В связи с этим при разработке программного обеспечения особое внимание уделяется вопросу сохранения конфиденциальности оперируемой информации, скрупулёзно прорабатываются протоколы установления виновного с последующим привлечением к предусмотренной законом ответственности в случае утечки информации [1].

В программном обеспечении «Голосовая почта» используется несколько тактик обеспечения диалога, целью которых является обеспечение конфиденциальности информации, передаваемой пользователями в процессе общения.

Каждому пользователю выдается уникальный экземпляр программы, который можно активировать строго на определенном компьютере, пройдя аутентификацию, а также зафиксировать дополнительную информацию. Все это может быть проверено в процессе сеанса связи в случае недостоверности каких-либо данных при входе в систему [2].

Каждый вход пользователя в систему, действия при работе с системой, действия с голосовыми сообщениями фиксируются и сверяются с протоколами допустимых действий пользователя в соответствии с конфигурацией его программы. В случае выявления подозрительных действий со стороны пользователя, активируется протокол работы регистрирующего-контролирующего органа.

Для дополнительного усиления защиты от утечки конфиденциальной информации, а также для проведения расследования в случае её утечки, была доработана система для сужения круга взаимодействующих лиц и обеспечения определенной стратегии общения и круга лиц при этом общении с учетом требований характера обеспечения диалога между пользователями.

Были выделены следующие стратегии связи между пользователями:

- Одностороннее общение;
- Общение 1:1;
- Общение 1:N.

Таким образом, для каждого пользователя был определен не только общий круг лиц для общения, но и круг лиц, доступный для общения при использовании каждой стратегии (для пользователя может быть доступна как одна, так и все три тактики).

Стратегия связи «Одностороннее общение» подразумевает общение «главного» пользователя с одним или несколькими пользователями с тем ограничением, что отправлять голосовые сообщения может только «главный» пользователь, а у его собеседника(ов) есть только функция прослушивания полученных голосовых сообщений. У участников диалога нет возможности отвечать на полученное сообщение.

Стратегия связи «1:1» подразумевает общение только двух пользователей с равными правами, то есть каждый пользователь может как получать, так и отвечать на полученное сообщение, осуществлять отправку голосовых сообщений первым.

Стратегия связи «1:N» представляет собой более расширенную версию тактики связи «1:1», где в общении участвуют 3 и более человек, при этом каждый пользователь может получать и отправлять сообщения, все отправленные пользователями сообщения доступны для прослушивания всем участникам данного диалога.

Таким образом, разработанные стратегии обеспечения связи между пользователями позволяют точно определить первоначальных владельцев информации, побочных владельцев информации и дальнейшие пути передачи информации от одного пользователя к другому.

Список литературы:

1. Искусство защиты и взлома информации: Монография // Д.В. Скляров. СПб.: БХВ — Петербург, 2009. — 288 с.: ил.

2. Автоматическая защита программ от исследования и отладки: Интеллектуальные системы (INTELS 2006): // Д.А. Щелкунов. Сб. трудов VII Международ. симпоз. – Краснодар, 2009. — 221 с.

Разработка программного комплекса для визуализации поведения конечных автоматов на основе графовых моделей

Филипкин И.М.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Егорова Е.К.
МАИ, Москва
filipkin.ilya@gmail.com

Концепция конечных автоматов является одной из центральных в теории вычислений и применяется в различных областях, где стоят задачи проектирования или тестирования систем с разной структурной сложностью, например, в игровых приложениях, анализаторах текста, при обработке запросов на сервере и многих других.

Разработанная мной программа, визуализирует поведение конечных автоматов на основе графовых моделей (в виде диаграммы переходов), тем самым усиливает когнитивные способности пользователей и позволяет им принимать наиболее оптимальные решения.

В процессе исследования были выделены методы визуализации графов, наиболее подходящие для изображения конечных автоматов:

1) Радиальное дерево — разновидность поуровневого изображения дерева, в котором уровни имеют вид концентрических окружностей, а поддеревья занимают секторные сегменты;

2) Свободное дерево, не имеющее какой-либо иерархии и выделенного корня. Для визуализации могут использоваться алгоритмы, которые применяются для корневых деревьев;

3) Ортогональное — каждое ребро графа отображается в виде ломаной линии, состоящей из чередующихся горизонтальных и вертикальных сегментов.

Визуализация конечных автоматов на основе диаграммы переходов предполагает следующие аспекты:

– Вершины соответствуют состояниям конечного автомата;

– Дуги соответствуют входным символам от одного состояния к другому;

– Элементы множества допускающих состояний обозначаются вершинами с двумя окружностями, остальные элементы множества конечных состояний обозначаются вершинами с одной окружностью;

– К начальному состоянию приходит стрелка, которая не исходит ни из одного состояния.

Программа получает на вход слово, состоящее из символов заданного алфавита, читает его посимвольно, и, в соответствии с функцией переходов, автомат меняет свое состояние, при этом выделяя вершину, соответствующую текущему состоянию, особым цветом.

Для реализации проекта была использована платформа.NET Framework 4.7.2 WPF.

Список литературы:

1. Giuseppe Di Battista, Peter Eades, Roberto Tamassia, I. G. T. (n.d.). Graph Drawing for the Visualization of Graphs. (Laura Steele, Ed.). Alan Apt.

2. JOHN E. HOPCROFT, RAJEEV MOTWANI, J. D. U. (1981). Introduction to automata theory, languages and computation. Mathematics and Computers in Simulation.

Об опыте разработки подсистемы анализа затрат памяти для хранения разреженных матриц в учебной CAE Sigma

Фишер М.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.

МАИ, Москва

maxi-fish@yandex.ru

В основе большинства современных CAE-систем лежит метод конечных элементов или метод суперэлементов, разрешающиеся уравнение которых представляют собой системы линейных алгебраических уравнений. Количество уравнений совпадает с количеством неизвестных значений в узлах, в которых отыскиваются значения неизвестной функции, прямо пропорционально количеству узлов конечно-элементной сетки и ограничивается только возможностями ЭВМ.

Простейший плоский треугольный конечный элемент в каждом из трех узлов имеет две степени свободы, а потому матрица жесткости такого элемента будет иметь размерность 6x6.

Нетрудно подсчитать, что при решении практически важных задач, состоящих из сотен тысяч конечных элементов, размерность системы разрешающих уравнений огромная. Но поскольку каждый из элементов связан с ограниченным числом соседних конечных элементов, система линейных алгебраических уравнений получает разрежённый вид, что вносит существенные изменения в процесс её решения.

Очевидно, что крайне нерациональным будет сохранять в памяти ЭВМ полностью такую матрицу, составленную, преимущественно, из нулей. Кроме того, в таком случае стандартная работа с такими матрицами предполагает использование огромного числа тривиальных операций с нулями. Поэтому для работы с подобными матрицами используется так называемая разреженная технология [2], включающая использование как упакованных схем хранения, так и специальных алгоритмов упорядочения матриц, способствующих получению структур матриц, требующих наименьшего использования памяти ЭВМ. Преимущество такой технологии проявляется и в том случае, когда матрица не помещается в оперативной памяти и приходится часть её хранить на внешнем носителе. Здесь экономятся временные затраты при перекачивании частей матриц из оперативной памяти во внешнюю и наоборот.

В настоящей работе затрагивается только первый аспект разреженной технологии – хранение разреженных матриц. Понятно, что реализация хранения матриц в упакованной форме хранения не представляет проблемы. Подобные задачи решаются студентами первых курсов кафедр, имеющих отношение к информатике. Цель настоящей работы учебная, так как алгоритмы, использованные в ней, внедрены в учебную CAE «Sigma» [1], полностью разработанной студентами кафедры № 609 Московского Авиационного Института. Система Sigma представляет собой программный комплекс с открытым кодом. Её прикладное назначение – определение методом конечных элементов напряженно-деформированного состояния плоского объекта.

Поскольку система “Sigma“ является учебной системой, то одним из важнейших аспектов обучения будущих специалистов по разработке CAE систем является возможность исследования различных способов хранения разреженных матриц.

На момент начала работы в “Sigma” был реализован только один способ хранения матриц – модифицированная профильная схема. В связи с этим у студентов отсутствовала возможность сравнить эффективность данного метода с другими схемами упаковки.

Для решения этой задачи был разработан модуль, позволяющий исследовать разные формы хранения матриц на множестве матриц в рамках решения одной прикладной задачи.

Набор матриц создается использованием различных методов их упорядочения, а реализация схем хранения поручается разработанному модулю. Этому способствует модульная организации системы.

При вызове подпрограммы в качестве параметров передаются массивы, хранящие исходную матрицу в упакованном виде. Для более удобной и наглядной работы алгоритмов исходная матрица восстанавливается в временный массив и далее переупаковывается в новые схемы.

В качестве предлагаемых схем хранения были взяты так называемые схемы 1-3 [3], а также компактная, обычная, профильная и диагональная схемы.

Конечный результат работы модуля представлен в текстовых результатах расчета проекта.

Разработанный модуль предоставил студентам обширные возможности по наглядному исследованию схем хранения и анализу полученных результатов. Это упрощает процесс обучения, а также может мотивировать студентов на предложение новых идей развития учебного комплекса. Созданный модуль легко может быть доработан в соответствии с новыми потребностями, а также, при необходимости – вовсе отключен без трудностей с полным сохранением всего остального функционала комплекса.

Автоматизированные системы управления электроприводов металлорежущих станков предприятий авиационной промышленности

Фролов В.А., Мишин Н.С.
Научный руководитель — Ягопольский А.Г.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
vladimir.frolov.99@mail.ru

При производстве деталей и изделий авиационной промышленности необходимо использовать высокопроизводительное оборудование с системами числового программного управления (ЧПУ), способное изготавливать изделия с высокими показателями точности, шероховатости и т.д.

Современный металлорежущий станок (МРС) – сложная электронно-механическая система, состоящая из различных узлов и механизмов, которые выполняют свои функции [1]. Одна из составных частей станка — привод. Привод является одним из сложнейших, но при этом наиболее важным узлом в металлорежущем станке. С его помощью приводятся в движение рабочие органы станка. Привод — основное средство автоматизации и механизации металлорежущего оборудования. Привода подразделяются на пневматические, гидравлические и электрические, которые в свою очередь имеют свои достоинства и недостатки.

В зависимости от выполняемых функций МРС может быть оснащен разными видами приводов, а их количество может быть различным. Пневмо- и гидропривод используются в механизмах для смены инструмента и зажима заготовки. Электроприводы применяются в приводах подач и приводах главного движения [2].

Сегодня развитие приводов наиболее актуально из-за больших требований, предъявляемых к современным МРС, а в особенности к оборудованию, работающему на предприятиях авиационной промышленности. Это связано с тем, что детали с высокими требованиями, изготавливаемые на данном технологическом оборудовании, обеспечивают потребность предприятия авиационной промышленности. Современные автоматизированные

электроприводы дают возможность более быстро и более точно обеспечивать или выполнять технологический процесс изготовления детали за счет возможности автоматизированного управления от системы ЧПУ.

Чаще всего в металлорежущем оборудовании применяются электроприводы, двигатели которых бывают постоянного и переменного тока. Двигатели переменного тока подразделяются на синхронные и асинхронные.

Асинхронные двигатели – чаще всего используемые виды электрических машин. Они обладают простотой конструкции и эксплуатации, а также высокой надежностью и способностью к перегрузкам. Благодаря этому они нашли широкое применение в производстве приводов технологического оборудования. Недостатками асинхронного двигателя являются: высокие показатели пусковых токов, малый пусковой момент относительно других машин, уменьшение момента при увеличении нагрузки, чувствительность к перепадам напряжения [3].

Так же в металлорежущих станках применяются синхронные двигатели. Конструкция данного двигателя состоит из двух частей – статор и ротор. К преимуществам синхронного двигателя относят: строгое постоянство частоты вращения, малая чувствительность к колебаниям напряжения [4]. Отрицательными чертами данного двигателя является сложность конструкции, в отличие от асинхронного, а также трудность регулировки частоты вращения. Двигатель постоянного тока (ДПТ) является наиболее часто используемым приводом для создания непрерывного движения. В конструкции данного двигателя применяются подшипники скольжения с системой смазки. К плюсам двигателя постоянного тока можно отнести следующее: простота конструкции, компактные размеры, легко регулируемая частота вращения. Основной минус ДПТ — ограниченный срок службы коллектора из щеток, а, следовательно, дополнительные расходы на их техническое обслуживание.

С целью повышения производительности и точности обработки изделий авиационной промышленности на современных многоцелевых станках используется микропроцессорное управление всеми электроприводами, осуществляемое от системы ЧПУ [5].

Список литературы:

1. Ягопольский А.Г., Комкова Т.Ю. Особенности применения современных электроприводов в оборудовании прокатных комплексов // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 2-1.;

2. Вереина Л. И., Ягопольский А. Г. Металлорежущее технологическое оборудование. Учебное пособие / Под общ. ред. Л.И. Вереиной. Москва, 2019, с. 254.

3. Ягопольский А.Г., Николаева Н.С., Плетнев В.А. Особенности проектирования металлорежущего оборудования для повышения его конкурентоспособности // Инновации и инвестиции. 2017. №3. С. 126-130.

4. Кузнецов П.М., Москвин В.К., Обзор электрогидравлических приводов, применяемых в роботах роботизированных технологических комплексов // Инновационная наука. 2016.— № 5-2. — С. 144 – 150

5. Москвин В.К., Кузнецов П.М., Повышение эксплуатационных характеристик линейного шагового электрогидравлического привода промышленного робота // Технология машиностроения. 2019. — № 7. — С. 33 – 38

Фреймворк SwiftUI: новый подход к созданию пользовательских интерфейсов для iOS-приложений

Ходукин Р.А.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва
romakhodukin@gmail.com

Стоит начать с того, что язык программирования Swift был представлен около 6 лет назад и за этот непродолжительный период он успел достигнуть не малой популярности. За это время было создано в AppStore более 450000 приложений, написанных при помощи языка Swift. На протяжении всего этого времени при разработке приложений использовался

фреймворк UIKit, но тот факт, что он был создан на базе уже устаревшего языка программирования Objective-C, накладывал определенные ограничения.

Спустя 5 лет в июне 2019 года Apple представила совершенно новый фреймворк для создания пользовательских интерфейсов, слоган которого гласит «Выучите однажды, используйте где угодно». Это означает, что теперь вы можете изучать один язык и одну структуру макета, а затем развертывать свой код на любой платформе, будь то iOS, macOS, tvOS и даже watchOS. Название SwiftUI новому фреймворку было дано не спроста, ведь он был полностью написан на языке Swift и для языка Swift.

SwiftUI является декларативным компонентно-ориентированным фреймворком, предоставляющим чрезвычайно мощный и интуитивно понятный способ создания более качественных приложений со сложным пользовательским интерфейсом без написания огромного количества кода. Принцип работы SwiftUI заключается в том, что в процессе создания приложения разработчики сообщают ему, как они хотят, чтобы пользовательский интерфейс выглядел и работал, а фреймворк сам выясняет, как этого добиться в процессе пользовательского взаимодействия с ним. Сразу возникает вопрос, действительно ли он так хорош?

Начнем с того, что пользовательский интерфейс для iOS приложений до появления SwiftUI создавался с помощью Interface Builder и StoryBoard в среде разработки Xcode. В нем, по сути, приходилось перетаскивать элементы пользовательского интерфейса на экран и соединять их перетаскиванием в код, соответственно Interface Builder мало что знал о нашем Swift-коде и сам Swift-код мало что знал о Interface Builder. При данном подходе в случае, если мы удалим связь между кодом и Interface Builder, то код не отобразит каких-либо ошибок и скомпилируется, хоть программа и будет работать некорректно. В свою очередь, на SwiftUI код генерируется автоматически, и когда он изменяется, изменения пользовательского интерфейса мгновенно появляются и в инструменте визуального дизайна. Теперь разработчики на «холсте» могут видеть в режиме реального времени предварительный просмотр того, как пользовательский интерфейс будет выглядеть и вести себя без необходимости каждый раз пересобирать проект при малейших изменениях в коде.

Также пользовательский интерфейс, объявленный декларативным способом, лучше понимается по сравнению с императивным пользовательским интерфейсом, которым разработчики iOS занимались до iOS 13. В императивном пользовательском интерфейсе можно вызывать функцию при нажатии кнопки, а затем внутри функции считать значение и только после производить изменения интерфейса.

Императивный пользовательский интерфейс вызывает всевозможные проблемы, большинство из которых вращаются вокруг «состояния». Ведь нам нужно отследить, в каком состоянии находится наш код, и убедиться, что наш пользовательский интерфейс правильно отражает это состояние.

В противоположность этому, декларативный интерфейс позволяет сообщать iOS обо всех возможных состояниях нашего приложения одновременно. Мы можем легко сказать, что если пользователь авторизован в системе, то необходимо ему показать приветственное сообщение, а если нет, то показать кнопку входа. Нам не нужно писать код для перемещения между этими двумя состояниями. Вместо этого при изменении состояния мы позволяем SwiftUI перемещаться между макетами пользовательского интерфейса за нас. Мы уже сказали ему, что показывать в зависимости от того, вошел ли пользователь в систему или нет, поэтому при изменении состояния аутентификации SwiftUI может обновлять пользовательский интерфейс от нашего имени.

Быстро ли работает SwiftUI? SwiftUI очень быстр и зачастую опережает UIKit, так как он имеет более правильную иерархию слоев, поэтому системе приходится меньше рисовать элементы, а также, многие операции полностью работают с невероятно производительным Metal API.

Но на данном этапе существуют и минусы в виде отсутствия некоторых полюбившихся по UIKit элементов для создания пользовательского интерфейса, а также поддержки устройств только с самой новой iOS 13. Так, например, если вы хотите отобразить сетку элементов, в

UIKit вы бы использовали UICollectionView, но эквивалента данному элементу в SwiftUI пока что нет. Или, если вы хотите позволить пользователю вводить многострочный текст, вы бы использовали UITextView в UIKit, но SwiftUI также не имеет аналога. Тем не менее, Apple дала возможность использовать любые элементы из UIKit, достаточно их только подписать протоколом UIViewRepresentable.

Моделирование системы start/stop с использованием суперконденсатора

Хомягин В.О.
МАИ, Москва
Vladauto525@gmail.com

На сегодняшний день проблема загрязнение окружающей среды широко рассматривается в различных сферах деятельности. В частности, в автомобильной сфере было придумано как сократить выброс вредных газов в воздух. Таковым решением является система START/STOP, которая позволяет не только снизить количество вредных выбросов за счёт сокращения времени работы двигателя на холостом ходу, но и экономить топливо в режиме повседневных поездок.

Ещё совсем недавно функция START/STOP была дополнительной функцией, но уже сейчас все больше производителей устанавливают систему START/STOP на базовые комплектации автомобилей. С каждым годом ужесточаются требования экологичности к выпускаемым автомобилям. Для этого и существует система START/STOP.

Производители транспортных средств несколько лет назад стали оснащать свои автомобили системой START/STOP, которая отключает двигатель при остановках на светофоре или в любом месте, где машина начинает работать на холостых оборотах. Но существует ряд основных проблем, с которыми столкнулись автомобильные компании при использовании системы START/STOP. Такие проблемы как большая нагрузка на генератор, увеличение износа двигателя, пауза при передаче энергии от аккумулятора на стартер. И решением этих проблемы может стать суперконденсатор, который способен высвобождать колоссальный объем энергии в доли секунды, а также за счет того, что запуск двигателя осуществляется с помощью суперконденсатора снимается нагрузка с генератора. Благодаря скорости передачи электроэнергии, суперконденсатор может запустить двигатель за 400 миллисекунд. Это в два раза быстрее по сравнению, когда система START/STOP запускает мотор, питаясь от аккумулятора. Благодаря этому преимуществу водитель не будет ощущать никаких вибраций и колебаний при работе системы START/STOP.

Использование суперконденсаторов в таких системах, как START/STOP, имеет очень перспективное будущее, ведь суперконденсатор, соединяющих в себе преимущества обычных аккумуляторов и конденсаторов и не имеющих их недостатков, превосходно вписывается в саму концепцию системы START/STOP. Проблема зарядки суперконденсатора решается путем установки рекуперативной системы торможения, в следствии чего энергия торможения не уходит впустую, а с помощью альтернатора преобразуется в электрическую, которая в свою очередь идет на зарядку суперконденсатора.

Список литературы:

1. Лежнев Л.Ю. и др. Энергоустановки автомобильного транспорта с тяговым электроприводом. Монография. Мин. обр. и науки России, 2017, 204 стр.

2. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, Sim Power Systems и Simulink- М. ДМ Пресс, 2014. — 288 с., ил.

Моделирование и применение программы трехмерного сканирования Artec Studio 14 для оцифровки объектов сложной геометрической формы

Хорошко А.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хорошко Л.Л.
МАИ, Москва
alexanderxop@gmail.com

Печать объемного объекта на 3D принтере, включает в себя прежде всего предварительную разработку его трехмерной модели – визуального графического образа объекта. Неточности в эскизах и чертежах неминуемо сказываются на конечном результате разработки, чтобы минимизировать человеческий фактор, ускорить и упростить процесс моделирования и детализации применяется 3D сканер.

Сканирующее оборудование задействовано в различных сферах деятельности, оно позволяет сократить расходы на разработку и производство в сравнении с моделями, сделанными традиционным путем. Объемное сканирование применяется в таких областях, как:

- Машиностроение;
- Тяжелая и легкая промышленность;
- Разработка компьютерных игр;
- Киноиндустрия;
- Образование;
- Архитектура и проектирование зданий;
- Археология;
- Медицина и протезирование;

Трехмерное сканирование – это анализ физического объекта и создание на основе полученных данных трехмерной модели. В зависимости от размеров, особенностей поверхности объекта, а также необходимой точности применяется различное оборудование и методы сканирования.

Существует два вида трехмерного сканирования: контактный и бесконтактный.

В контактном методе используется прибор, которым обводят объект, исследуя каждую грань. Данный метод сканирования не зависит от материала поверхности объекта и условий освещения. Тем не менее, существует ряд недостатков: сканер не различает текстуры, а также он неудобен для сканирования габаритных объектов.

В бесконтактном методе объемного сканирования используется ультразвук, направленный источник света, лазер или рентгеновские лучи для облучения исследуемого объекта – прибор высчитывает время возврата «сигнала». Таким образом, программа формирует систему координат из точек соприкосновения с предметом и расстоянием до сканера, а затем соединяет частицы в единый меш. Однако среди недостатков стоит отметить влияние различных факторов таких как: освещение, размер объекта, характер материала на конечный результат.

В результате анализа доступного программного обеспечения и оборудования, была выбрана камера Intel RealSense R200 использующая технологию распознавания пространственных параметров и позволяющая применять бесконтактный метод трехмерного сканирования.

Artec Studio 14 является передовым программным обеспечением для бесконтактного сканирования. Программа анализирует поверхность объекта и автоматически настраивает уровень чувствительности сканера, чтобы уловить даже самые трудные участки. Для высококачественной цветопередачи Artec Studio 14 – применяется инструмент «Автоматическое удаление бликов» на основе алгоритма физически корректного рендеринга.

В процессе разработки модели также были применены программы трехмерного моделирования: 3D-Coat и Zbrush. Их ключевой задачей была подготовка модели к высокоточной 3D-печати фотополимерным принтером Anycubic Photon S с применением экологически безопасной смолы на основе эпоксидированного соевого масла (ESO). Соевое

масло рассматривается в качестве экологичной альтернативы нефтепродуктам и активно применяется при производстве пищевого пластика.

Для подготовки итоговой модели к печати применялось программное обеспечение для трехмерной печати Photon Workshop. Photon Workshop-слайсер, программа, с помощью которой 3D-модель, сохраненная в формате STL, нарезается на ряд 2D-слоев совместимых с программным обеспечением 3D-принтера.

Таким образом, используя этот набор программ трехмерной компьютерной графики были созданы высокополигональные объекты сложной геометрической формы и высокой детализации совместимые с трехмерной печатью. Результатом работы является высокоточная и высокодетализированная оцифрованная модель, распечатанная на 3D-принтере.

Анализ алгоритмов на основе представления данных в виде Q-детерминанта

Хорошко А.Л., Мельников Е.Д.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Хорошко Л.Л.
МАИ, Москва
lesha065@mail.ru

С каждым годом количество ядер в процессорах неуклонно растёт. Это означает, что в наше время для полноценного использования всего потенциала многоядерных процессоров необходимо использовать параллельное программное обеспечение, которое, в свою очередь, требует специальных средств при его разработке.

В основе абсолютно любой программы лежат некоторые алгоритмы, решающие определенную проблему, причем для решения одной и той же проблемы, может существовать несколько алгоритмов. Крайне важным является тот факт, что от выбора конкретного алгоритма, зачастую зависит куда больше, чем от качества его программной реализации. Так, если будет взят неподходящий алгоритм, то полученная на его основе реализация, может не обладать достаточными возможностями для распараллеливания. Тогда как выбор алгоритма, обладающего высоким ресурсом параллелизма, наоборот, позволит достигнуть реализации, которая предоставит крайне богатые возможности по оптимизации. Это означает, что выбор алгоритма задает верхний предел возможности распараллеливания.

Для анализа алгоритмов можно использовать их представление в виде Q-детерминанта. Представление алгоритма в виде Q-детерминанта даёт возможность рассчитать такие сложностные характеристики алгоритма, как число процессоров и число тактов работы вычислительной системы, необходимых при выполнении его максимально быстрой реализации. Следовательно, имеется возможность получить представление о потенциале распараллеливания любого алгоритма, представленного в виде Q-детерминанта.

Методика перехода к адаптивному кроссплатформенному отображению графической информации на веб-сайте

Цаллагова Т.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва
tomochka4956@yandex.ru

Все большее число пользователей веб-сайтов заходят на них с мобильных устройств. В настоящее время более 60% пользователей Рунета используют устройства на базе операционных систем Android или iOS [1], при этом размеры и разрешения экранов этих устройств значительно отличаются.

Переход к адаптивному отображению информации на сайте позволяет веб-страницам автоматически подстраиваться под экраны различных стационарных и мобильных клиентских устройств. Так как количество и разнообразие мобильных устройств растет с каждым годом и будет продолжать расти, необходимо создавать адаптивные веб-сайты с удобным интерфейсом для обеспечения комфортной работы пользователей различных платформ.

Адаптивная верстка веб-сайтов предполагает отсутствие горизонтальной полосы прокрутки страниц, легкое восприятие информационных блоков страниц при просмотре с любого устройства, крупный размер текста, а также достаточно крупные элементы управления, чтобы можно было нажать на них пальцем. Адаптивное отображение графической информации, в отличие от адаптивного отображения текстовой информации, имеет ряд особенностей. Эти особенности обусловлены наличием определенных размеров у самих изображений и сочетания определенного размера и разрешения у экрана клиентского устройства. Чтобы обеспечить удобное восприятие пользователем, сначала выполняется масштабирование изображений, чтобы они полностью заполняли по ширине экран устройства без горизонтальной прокрутки страницы веб-сайта в зависимости от разрешения экрана устройства, с которого происходит просмотр. Из-за небольшого физического размера экрана мобильного устройства часто возникает необходимость последующего увеличения изображений при повороте экрана устройства или при нажатии на изображение, чтобы оно повернулось на 90 градусов и заняло весь экран по высоте. Если и этого недостаточно, то нужно предусмотреть возможность увеличения изображения растягиванием пальцами, чтобы можно было рассмотреть все детали.

Все это можно реализовать в веб-браузерах для мобильных устройств с поддержкой HTML5, что позволяет создавать различные веб-приложения, в которых пользователи работают с большим объемом графической информации [2, 3]. Использование стандарта HTML5 позволяет веб-сайту одинаково отображаться и функционировать во всех часто используемых браузерах, т. е. стать кроссбраузерным.

При создании новых сайтов применяются современные способы и программные компоненты для создания адаптивных веб-сайтов. Как правило, устаревшие неадаптивные веб-сайты приходилось заменять на созданные заново, но это слишком затратно для больших сайтов с десятками тысяч страниц.

Предлагаемая методика основывается на преобразовании устаревшей верстки в уже имеющимся коде шаблона оформления веб-сайта в современную, обеспечивающую удовлетворение требований, предъявляемым к современным веб-сайтам по кроссбраузерности, адаптивности, валидности, оптимизации кода и высокой скорости загрузки страниц. Это возможно реализовать при использовании сайтом системы управления контентом, которая позволяет управлять содержимым ресурса, менять его, просматривать в разных шаблонах оформления. На сегодняшний день большинство сайтов используют системы управления контентом.

В результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что веб-сайты, созданные с использованием систем управления контентом могут быть успешно модернизированы для кроссплатформенного отображения в различных стационарных и мобильных клиентских устройствах.

Список литературы:

1. Сайты Рунета. Количество посетителей с разными ОС [Электронный ресурс] // Статистика LiveInternet. – Режим доступа: https://www.liveinternet.ru/stat/ru/oses.html?period=month (дата обращения 06.02.2020).

2. Гинзбург И. Б. Концепция построения распределенных систем информационной поддержки технического обслуживания аэрокосмической техники с использованием функционально насыщенных веб-клиентов // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. №5. С. 159-161.

3. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н. Автономные веб-приложения для систем обработки космической информации [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». 2015. №82. – Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=58832 (дата обращения 06.02.2020).

Искусственный интеллект в системе контроля качества поверхности авиационных деталей в металлорежущем станке

Цораев Д.Т., Элькин Я.В.
Научный руководитель — Ягопольский А.Г.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
tsoraev97@gmail.com

Качество поверхности детали является одним из важнейших аспектов в авиастроении, обеспечивающих высокие эксплуатационные характеристики машин и узлов, и обуславливается свойствами металла и способами обработки. Шероховатость поверхности — одна из основных геометрических характеристик качества поверхности и оказывает существенное влияние на эксплуатационные показатели авиационной техники. Износ трущихся поверхностей, коррозийное разрушения, разрушение в результате эксплуатации деталей летательных аппаратов – это процессы, протекающие на поверхности деталей. Очевидно, что понижение шероховатости, повышает качество авиационной техники в целом.

Использование современных средств контроля позволяет повысить качество поверхности обработанных изделий. Погрешности, вызываемые износом инструмента, тепловыми и силовыми деформациями, можно исключить используя системы автоматизированного контроля. Таким образом, использование современных средств контроля в машиностроении повышает эффективность производства. До сих пор большое число высокоточных деталей в машиностроительном производстве обрабатывается на металлообрабатывающих станках, в том числе ведётся активное внедрение многоцелевых станков. [3,6]

Приборы активного контроля ПАК устанавливаются непосредственно на станке, измеряют габариты обрабатываемой детали и по мере его изменения в процессе обработки выдаёт команды в систему ЧПУ для изменения режимов резания (подачи и скорости), а по достижении желаемой точности он выдает команду на завершение обработки.

Одним из перспективных направлений, позволяющим добиться хороших результатов в области повышения точности при металлообработке, является разработка новых средств активного контроля на основе искусственного интеллекта. [2, 5]

Датчики обратной связи ДОС установлены в станке с ЧПУ для получения данных о режиме обработки в реальном времени (подачи и скорости вращения шпинделя). Они предварительно обрабатываются в процессоре данных и используются в качестве входных данных для нашего контроллера. Он, в свою очередь, предсказывает шероховатость поверхности на основе полученных входных данных, так что качество заготовки будет оцениваться в реальном времени путем сравнения предсказанной и желаемой шероховатости поверхности. Результаты сравнения будут использованы для запуска команд контроллера для регулировки подачи и скорости шпинделя. Таким образом, цель контроллера, состоит в обеспечении заданных требований к качеству поверхности обрабатываемых заготовок. [1, 4]

Функционирование контроллера можно описать следующими этапами:

1. начальная настройка с использованием стандартных параметров механической обработки и технических требований к шероховатости поверхности

2. начинается обработка, и сигналы с датчиков обратной связи, которые контролируют скорость вращения шпинделя и подачу, поступают в систему ЧПУ, параллельно следуя в контроллер.

3. искусственный интеллект будет использовать сигналы датчика для оценки шероховатости поверхности в реальном времени.

4. прогнозируемая шероховатость поверхности в момент будет сравниваться с желаемой шероховатостью поверхности, оценивая, удовлетворяет ли качество поверхности требованиям.

5. если значение указывает, что технические требования не будут достигнуты, то тогда будут поданы сигналы в систему ЧПУ для регулировки подачи и скорости резания.

6. вместе с сигналом, микроконтроллер записывает новые режимы резания для данной поверхности при заданной шероховатости и считает их эталонными.

В данной статье представлен новый подход к улучшению контроля качества поверхности авиационных деталей. Была разработана инновационная система активного контроля, состоящая из модели прогнозирования шероховатости поверхности и многовариантного контроллера. Она регулирует ключевые параметры режима резания. Система повышения качества поверхностного слоя на основе искусственного интеллекта имеет ряд преимуществ перед уже использующимися алгоритмами. Кроме преимуществ системности, она имеет высокую гибкость и режим дообучения непосредственно на технологическом оборудовании, что в дальнейшем хорошо скажется на экономической составляющей предприятия.

Список литературы:

1. Бровкова М.Б. Системы искусственного интеллекта в машиностроении: Учеб. пособие. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2004. 119

2. Вереина Л. И., Ягопольский А. Г. Металлорежущее технологическое оборудование //Учебное пособие. Москва, 2019.

3. Ягопольский А. Г., Домышев А. А., Воронцов Е. А. Проблемы инновационного развития машиностроения России // Инновации и инвестиции. 2019. № 4. С 226 – 228.

4. Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23-25.

5. Кузнецов П. М., Москвин В. К. Техническое обеспечение операций «загрузки-выгрузки» изделий на токарных станках с ЧПУ // Технология машиностроения 2019. № 9. С. 34 – 37.

6. Кузнецов П. М., Москвин В. К. Оперативное управление единичным производством // Вестник МГТУ Станкин 2018. № 1 (44). С. 18 – 22.

Прочностной анализ рамной конструкции с использованием систем автоматизированного проектирования

Чиркин А.В.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
chirkin.andrey377@gmail.com

Рамная конструкция является очень важным элементом при построении тяжеловесных автомобилей, таких как внедорожники, автобусы и грузовики. В таких автомобилях рама считается самым крепким и самым тяжелым элементом кузова, около 20% общей массы автомобиля, способным выдержать большие нагрузки. При сборке такая конструкция значительно отличается от обычного несущего кузова. При использовании рамной конструкции все ключевые технические механизмы, такие как подвеска, трансмиссия, коробка передач, передние и задние мосты крепятся на жесткую раму автомобиля. Сам же кузов, собирается отдельно, а затем устанавливается на несущую раму машины. Существует несколько видов рамных конструкций, используемых в машиностроении:

1. Лонжеронная

Такая рама состоит из двух лонжеронов, а также из поперечин. Лонжероны располагаются продольно вдоль кузова, а поперечины встречаются прямой формы, а также К – образные и Х – образные. Такой вид рам самый часто используемый в машиностроении.

2. Периферийная

Передние и задние элементы такой конструкции узкие, а вот центральная часть расширена. Это выполняется для того, чтобы занизить автомобиль, что благоприятно сказывается на аэродинамике.

3. Хребтовая

Данный вид был разработан компанией «Татра» в 20-х годах прошлого столетия. В основе конструкции лежит центральная трансмиссионная труба, на которой установлены все ключевые механизмы и узлы. В основном применяется при построении грузовых транспортных средств.

Существует два предельных состояния рамы, при которой эксплуатация автомобиля невозможна:

1) Первое состояние – наступление предела прочности, устойчивости конструкции.

2) Второе состояние – появление предельно допустимых деформаций, вызванных статическим или динамическим давлением, при котором в конструкции возникают деформации и колебания, запрещающие её дальнейшую эксплуатацию.

Прочностной анализ рамной конструкции важен для определения работоспособности и долговечности конструкции в реальных условиях. Также это важно с коммерческой точки зрения.

Список литературы:

1. Басов Константин Андреевич. ANSYS. Справочник пользователя, 2014
2. Зиновьев Дмитрий Валерьевич. Проектирование в AUTODESK INVENTOR, 2016
3. ANSYS FLUENT 12.0 User's Guide // 2020 ANSYS, Inc. Southpointe 2600 ANSYS Drive Canonsburg, PA 15317. ansysinfo@ansys.com http://www.ansys.com

Автоматизированная сортировка писем электронной почты

Чуваев П.С., Погодин И.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Егорова Е.К.
МАИ, Москва
chuvaev.pavel@yandex.ru

Целью работы является анализ алгоритмов машинного обучения для автоматизированной сортировки электронных писем и использование наиболее подходящего для создания программного продукта.

Создание программы, выполняющей автоматизированную сортировку писем электронной почты во многом заключается в реализации задачи классификации текстов – стандартной задаче машинного обучения, целью которой является разделение различных текстовых документов в соответствующие группы, из-за чего внимание было акцентировано на выборе алгоритма, основными критериями оценивания которого являются точность выбора группы документа и скорость выполнения классификации.

Важными отличительными особенностями имеющейся выборки документов являются сравнительно небольшие объемы текстовых данных в одном документе и наличие e-mail адреса отправителя письма.

В процессе оценки применимости алгоритмов, применимых к данной системе, была выдвинута гипотеза о повышении точности определения группы письма при использовании нейронной сети с архитектурой LSTM RNN (Long Short Term Memory Reccurent Neural Net), однако, в результате реализации сети, данная гипотеза не подтвердилась. Нейронная сеть с одним скрытым слоем нейронов, определяющая для каждой группы наиболее свойственные слова с учетом dropout-регуляризации, выполняла процесс классификации быстрее, причем без потери точности.

Сеть, обучающаяся на основе метода опорных векторов, продемонстрировала более низкую скорость обучения без повышения точности классификации, что так же говорит о состоятельности нейросети с одним скрытым слоем при работе с небольшими текстами и, в частности, при обработке писем.

В результате исследования было выявлено, что наиболее подходящим инструментом для решения данной задачи является нейронная сеть с одним скрытым слоем нейронов за счет высокой точности определения группы и скорости выполнения задачи.

Построение сервера приложения информационной среды проектирования

Шаблий А.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МАИ, Москва
dambr-wolf@mail.ru

Разработанная архитектура сервера приложения информационной среды проектирования удовлетворяет требованиям по обеспечению как горизонтального, так и вертикального масштабирования приложения. Архитектура сервера приложения организует взаимное расположение элементов в соответствии со стандартами и рекомендациями построения архитектуры серверных приложений, написанных на языке JavaScript. Это достигается введением иерархии нескольких уровней приложения: информационные шаблоны, данные информационных моделей и статическая информация, представляющая собой CSS-стили и сценарии работы документов.

Работа сервера начинается с его запуска. В конфигурационном файле работы сервера указывается URL-адрес его работы в глобальной сети Интернет, а также номер порта, по которому сервер осуществляет свою работу. Сервер во время своей работы обрабатывает все запросы, которые приходят на указанный порт. Вся работа сервера организуется на основе построенной архитектуре приложения. Различные типы запросов сервером обрабатываются по-разному, в следствие этого архитектура приложения представляет собой разветвленный фильтр, по которому запросы к серверу проходят проверку на валидность, определяется обработчик запроса и происходит построение ответа сервера приложения.

Интерфейс взаимодействия с оператором сервера организован через консоль. Так же на сервере действует система логирования, которая определяет режим работы сервера, его возможные причины некорректной работы. В зависимости от ситуации осуществляет запись отладочной информации в консоль для оперативного предоставления текущей ситуации работы сервера оператору, запись в файл для ведения учета поступивших запросов, типов запросов, времени ответа сервера и характера предоставленной пользователю на запрос информации. Так же логирование осуществляется путем отправки электронных писем, эта функция настраиваема в конфигурационном файле работы сервера приложения.

Работа сервера осуществляется на основе модели цикла событий, который работает в одном потоке, но выполняется асинхронно, что позволяет обрабатывать большое число запросов без опасения параллельного доступа двух независимых запросов к одному ресурсу, одновременная обработка несколькими информационными потоками которого приводит к некорректной работе сервера.

Процесс проектирования архитектуры сервера приложения осуществлялся сверху вниз, что позволило применять объектный подход для проектирования системы и организации её работы в режиме реального времени. Так же использование такого подхода позволило снизить количество системных директорий для однотипных, но разных в иерархии объектов логики архитектуры сервера приложения информационной среды проектирования.

Построение сервера приложения осуществлено в соответствии с требованиями к работе информационной среды проектирования и охватывает все аспекты, необходимые для корректной работы программы, включающей в себя обработку запросов к серверу такой информации, которая представляет собой динамическую структуру с возможностью изменения по соответствующей команде пользователя.

Разработка универсального защищенного сервиса авторизации с поддержкой мультидоменного Single Sign On

Шаврин К.А., Ирбитский И.С.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
kot.shavrin@gmail.com

Single Sign On — технология предназначенная для прозрачной аутентификации пользователей между различными разделами одного сервиса. Расширение данной технологии с добавлением мультидоменности позволяет пользователям иметь доступ к различным сервисам, которые могут находится на разных серверах и доменах без повторной аутентификации.

Для общения между клиентом и сервером приложения используются специальные токены — ключи авторизации, которые генерируются в момент аутентификации пользователя технологией json web tokens.

Информация о пользователе сохраняется внутри токена в зашифрованном виде, для шифрования данных используется алгоритм RSA, с использованием приватного ключа для генерации токена и публичного ключа для расшифровки токена.

Токен отправляется клиенту и устанавливается в web cookie клиента для домена авторизационного сервиса. При запросе клиента на сервер приложения, выполняется запрос на сервер авторизации, где происходит декомпозия клиентских файлов куки в http ответ от сервера. Затем клиент сохраняет полученную информацию в web Local Storage и при каждом запросе на сервер приложения, запрашивает из Local Storage токен авторизации и прикрепляет его в header запроса в виде Authorization: Bearer %token%. На сервере приложения с помощью публичного ключа токен расшифровывается, и информация о пользователе становится доступной для чтения. Тем самым сервер приложения идентифицирует пользователя, от которого пришёл запрос.

Архитектура решения построена на принципе stateless, что позволяет горизонтально масштабировать приложения для обеспечения отказоустойчивости приложения при высоких нагрузках. Результатом работы является разработанный сервис авторизации и несколько клиентских приложений, поддерживающих работу с данным сервисом.

Проектирование кроссплатформенного сервиса для увеличения объема НИОКР в институте

Шайдеров Д.А.
Научный руководитель — Кириллин А.В.
МАИ, Москва
shayderov.denis@gmail.com

Одним из фактором конкурентоспособности института является эффективность научной деятельности. Данный фактор формирует конкурентоспособность института, а также зачастую используется для формирования рейтинга института. Одним из компонентов данного фактора является выполнение научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы. Следовательно, чтобы повышать рейтинг и оставаться конкурентоспособным институтом, наша цель повысить объём выполняемых НИОКР. Одним из методов достижения цели является поиск конкурсов и контрагентов. Для решения данной задачи есть следующие варианты:

1) Воспользоваться готовым сервисом.

Для этого нам нужно проанализировать рынок предложений и подготовить список сервисов. После чего сформировать список критериев для быстрого и удобного поиска и по ним, провести сравнительный анализ. Из данного анализа потом мы сможем сделать вывод на сколько данное решение для нас будет удобно и экономически выгодное.

2) Спроектировать сервис самостоятельно.

Для начала нам придется описать предметную область. Она содержит в себе:

-цель, назначение, основные функции;

-описание входных и выходных данных;

-определение задач и запросов пользователей и их характеристики.

Далее мы должны спроектировать инфологическую модель для обеспечения способов сбора и представления той информации, которую предполагается хранить в создаваемой базе данных. Определить язык программирования для будущего Парсера (специализированная программа, способная исследовать контент заданного веб-сайта в автоматическом режиме и обнаруживать необходимые фрагменты). По окончании выполнения всех процедур нам предстоит подготовить техническое задание для будущей разработки нашего сервиса.

Преимущества использования ReactJS при разработке SPA WEB-приложения

Шандура К.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
iipocto1deagle@gmail.com

Экосистема frontend разработки постоянно развивается и меняется на ежедневной основе. Некоторые инструменты становятся «бестселлерами» с точки зрения удобства использования и качества алгоритмов работы, революционизируя рабочий процесс, в то время как другие становятся тупиком.

Нашей командой разрабатывается социальная сеть научных сотрудников в формате одностраничного WEB-приложения (SPA). Проект представляет из себя сайт социальной сети, позволяющий пользователям искать и держать контакт с коллегами, обсуждать, обмениваться и оценивать научные работы друг друга.

Именно поэтому для разработки клиентской части этого проекта было решено выбрать ReactJS так как он предоставляет именно тот набор инструментов и возможностей для разработки приложений, который нам необходим. ReactJS представляет собой библиотеку для разработки пользовательских интерфейсов, впервые представленную Facebook в 2013 году. Обычно нужно разделять представления (HTML) и функциональность (JavaScript). Это приводит к монолитному JavaScript файлу, содержащему всю функциональность для одной страницы, и вы должны следить за сложным потоком JS->HTML->JS. ReactJS с помощью JSX позволяет связать функциональность напрямую с разметкой и упаковать это в портативные, автономные компоненты и модули, что значительно упрощает структурирование проекта, а также улучшает качество и удобство чтения кода.

При создании приложения, которое должно быть устойчиво к высоким нагрузкам и большому количеству пользователей важно учитывать, как структура повлияет на общую производительность приложения. Даже новейшие платформы и движки не могут обеспечить отсутствие раздражающих узких мест, потому что DOM (объектная модель документа) имеет древовидную структуру, и даже небольшие изменения могут вызвать проблемы с интерфейсом и отзывчивостью. Чтобы решить эту проблему, команда разработчиков Facebook представила Virtual DOM – ещё одно преимущество использования React для высоконагруженных и динамических программных решений.

Проект создается целиком на языке JavaScript с использованием платформы Node.js, которая позволяет также использовать JavaScript для создания backend составляющей WEB-приложения (серверной части), что позволяет упростить разработку за счет схожести кода клиентской и серверной частей проекта.

Разработка методического пособия по принципам объектно-ориентированного программирования и паттернам проектирования

Шебатина Д.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
diana.art4@gmail.com

С развитием информационных технологий популярность программирования растет с каждым годом. Каждый год вузы со всего мира выпускают сотни тысяч студентов по специальности программист/разработчик, но годы обучения в вузах не делают из вчерашних студентов первоклассных IT-специалистов, поскольку многие считают, что базовых навыков программирования хватит для успешной карьеры. Однако, без знаний основополагающих принципов разработки невозможно стать профессионалом, знающим как разработать качественный проект от начала и до конца. Поскольку на данный момент написано колоссальное количество объемной литературы по программированию, разработка краткого методического пособия, которое будет содержать ключевые принципы и паттерны разработки, является актуальной задачей. Данное методическое пособие направлено на принципы, касающиеся объектно-ориентированного программирования.

Множество начинающих разработчиков пропускают изучение принципов ООП, просто не зная и не понимая предлагает тот или иной принцип и как его применять в своих проектах. Грамотное использование принципов ООП позволяет создавать качественный программный код, который определяется характеристиками, такими как удобство использования, читаемость, эффективность, модульность и др. Краеугольными камнями объектно-ориентированного программирования являются абстракция, наследование, полиморфизм и инкапсуляция, но разработка объектно-ориентированных систем на этом не останавливается. Фактически, обычное применение этих базовых принципов может привести к таким проблемам, как дублирование кода, хрупкие конструкции, большое количество кода, которое сложно поддерживать. Поэтому, для того чтобы преуспеть в написании понятного и высококачественного кода, необходимо знать и основные паттерны проектирования – объектно-ориентированные решения часто встречающихся задач, которые доказали свою эффективность на протяжении десятилетий опыта.

С учетом вышеизложенного, разработанное методическое пособие будет включать в себя не только описание принципов ООП, но и основные паттерны проектирования, основанные на концепции, предложенной «Gang of Four». Таким образом, будут рассмотрены порождающие, структурные и поведенческие паттерны. Данные паттерны помогают писать код на другом уровне, учась у других, и позволяют общаться в сообществе разработчиков на одном языке. Все практические примеры будут реализованы с помощью языка программирования C++.

Методы организации взаимодействия средств поддержки систем дистанционного обучения на примере СДО МАИ CLASS.NET

Шевчук П.В., Жарков Е.А.
Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Наумов А.В.
МАИ, Москва
pavels-k@mail.ru

В Московском авиационном институте для обучения по различным математическим дисциплинам используется система дистанционного обучения МАИ CLASS.NET [1]. СДО CLASS.NET предназначена для решения широкого спектра задач, возникающих в процессе обучения: предоставление теоретического материала в удобной для пользователя форме, тестирование пользователей, возможность проведения рубежного и итогового контроля со стороны преподавателя, формирование различного рода отчетностей и т.д.

Отличительной особенностью данной системы от других схожих систем является разработанный модуль математической поддержки, позволяющий решать такие задачи, как оценивание уровней подготовленности и уровней сложности [2], формирования ограниченного по времени теста для группы пользователей [3], проверки аутентичности ответов пользователей [4].

Ввиду активного использования модулей, потребляющих большое количество вычислительных ресурсов, размещение данной системы в рамках единого сервера может повлечь существенное снижение быстродействия, а также ухудшение опыта взаимодействия пользователей с системой. В качестве способа решения вышеуказанной проблемы, предложен подход к разделению подобных систем на специальные «сервисы», формирующие необходимый функционал и обеспечивающие единый способ взаимодействия всей системы с её внутренними и внешними компонентами. Основной принцип разделения всей системы на составные части заключается в том, чтобы выделить определенные уровни системы, на каждом из которых присутствует свой самодостаточный комплекс программ, построенный по специальным правилам и выполняющий соответствующие задачи. Такой подход к разработке СДО обеспечивает не только высокую степень доступности системы, но и формирует общую гибкость системы, что существенно облегчает разработку и интеграцию нового функционала относительного уровня системы.

Все модули разделяются на отдельные приложения, написанные на любом языке и расположенные на любом сервере, а передача данных осуществляется с помощью архитектуры REST (Representational State Transfer) по HTTP – протоколу.

Данный подход в архитектуре системы позволяет нам поддерживать и разрабатывать отдельные компоненты системы независимо от её общего состояния. В случае отказа одного из «сервисов», система продолжает свою работу, ограничивая лишь часть своего функционала.

Посредством непрерывного наблюдения и анализа работы СДО МАИ CLASS.NET на практике, можно сделать однозначный вывод о соответствии указанной системы сегодняшним реалиям непрерывного развития веб–технологий и о её безусловной эффективности как одной из составляющих процесса обучения студентов

Список литературы:

1. СДО МАИ CLASS.NET // Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) 2019 г. Режим доступа свободный: distance.kaf804.ru.

2. Кибзун А.И., Жарков Е.А. Два алгоритма оценивания уровней сложности тестов // Автоматика и телемеханика. 2017, № 12, С. 84–99.

3. Наумов А.В., Мхитарян Г.А., Черыгова Е.Е. Стохастическая постановка задачи формирования теста заданного уровня сложности с минимизацией квантили времени выполнения // Вестн. компьют. и информ. технологий. 2019. № 2. С. 37–46.

4. Кибзун А.И., Наумов А.В., Мхитарян Г.А. Особенности и технологии разработки системы дистанционного обучения математическим дисциплинам CLASS.NET/ / «Современные информационные технологии и ИТ-образование» Том 1 (№ 11). — 2015 г., стр. 153-157.

Разработка инструментальных средств для подготовки наградных листов

Щербаков А.И., Мачульский И.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
l.sherbackov007@yandex.ru

В настоящее время рынок программных технологий достаточно широк и предлагает огромное количество решений для выполнения различных задач. Но зачастую организациям не требуется весь предоставляемый функционал и имеет смысл разработки небольших программ предназначенных для выполнения типовых задач. Так, для административных структур занимающихся подготовкой документов граждан, представленных к наградам

различного уровня (государственные, ведомственные, знаки отличия и др.) было решено разработать приложение, позволяющее упростить процесс подготовки Наградных листов.

Наградные листы имеют определенный формат, утвержденный постановлением главы региона (губернатора, мэра), к которому относится данная награда, или указом президента Российской Федерации, если награда государственного уровня. Наградной лист включает в себя:

1. ФИО гражданина, представленного к награде
2. Его место работы, должность
3. Пол
4. Дату рождения
5. Место рождения
6. Образование, специальность по образованию, наименование учебного заведения, год окончания
7. Воинское звание
8. Какими государственными наградами, ведомственными наградами, знаками отличия награжден и даты награждений
9. Домашний адрес
10. Общий стаж работы в отрасли (по специальности)
11. Трудовая деятельность

Для ускорения процесса подготовки Наградных листов было решено разработать клиентское приложение на основе Windows Presentation Foundation (WPF), позволяющее создать удобный и практичный интерфейс, соответствующий всем необходимым требованиям. WPF отличается от аналогов использованием веб-подобной модели компоновки, поддерживающей гибкий поток, размещающий элементы управления на основе их содержимого. Также отличительной особенностью является возможность строить бразуероподобные приложения, которые позволяют перемещаться по коллекции страниц, WPF обрабатывает все сложные детали, такие как хронология посещения страниц, автоматически.

База данных граждан была спроектирована с использованием объектно-реляционного модуля сопоставления Entity Framework, позволяющего работать с базой данных, используя объекты.NET, что устраняет необходимость в большей части кода для доступа к данным. Также был использован подход Code First, позволяющий на основе класса контекста данных и классов моделей, создать базу данных и определить в ней таблицы.

Разработанное приложение позволяет ускорить процесс подготовки Наградных листов, поскольку вся необходимая информация содержится в базе данных, а разработанный интерфейс позволяет легко и быстро использовать все необходимые атрибуты для заполнения Наградного листа.

Применение систем автоматического управления станочным оборудованием для авиационной промышленности

Элькин Я.В., Цораев Д.Т.
Научный руководитель — Ягопольский А.Г.
МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва
elkinvy@yandex.ru

Применение автоматических систем управления станочным оборудованием для авиационной промышленности.

На сегодняшний день в современном авиастроении наблюдается повышение уровня требований геометрической и размерной точности деталей летательных аппаратов, поэтому большинство производителей металлорежущих станков стремится к увеличению производительности оборудования, сохраняя или повышая при этом необходимый уровень точности обработки. Таким образом, возникает ряд технических задач:

1) Сокращение штучного времени;

2) Устранение деформаций в системе взаимосвязей между станком, приспособлением, изготавливаемой деталью и инструментом, оказывающих негативное влияние на параметры точности обрабатываемой заготовки;

3) Гашение колебаний, возникающих в процессе обработки заготовок [1, 2].

В качестве способов решения поставленных задач могут выступать следующие варианты: повышение скоростей резания, увеличение количества одновременно работающих инструментов, внедрение систем автоматического контроля и управления различными процессами, участвующими напрямую или косвенно в процессе обработки [2].

Системы управления [3] – это автоматические системы, в которых технологический процесс или какой – либо элемент станка контролируются управляющими сигналами. В них входят следующие элементы:

ОУ — Объект управления — устройство или их совокупность, параметры которых управляются системой.

УУ — Управляющее устройство — техническое устройство, оказывающее непосредственное воздействие на объект контроля согласно управляющей программе.

ИУ — Исполнительное устройство создает управляющее воздействие на объект управления.

ЗУ — Задающее устройство — предназначено для установки необходимого значения регулируемой величины.

Д — Датчик — служит для измерения управляемых величин.

СУ — Сравнивающее устройство — предназначено для сравнения заданного значения регулируемой величины с её действительным значением. В результате сравнения сигналов возникает их разность — сигнал рассогласования.

Далее выполнение функции управления производится благодаря протеканию между УУ и ОУ управляющего воздействия.

Для обеспечения возможности контроля параметров управляемого объекта используют линии обратной связи [4, 5].

Это линия связи, которая передает информацию в направлении обратном управляющему воздействию.

В системах автоматического контроля широкое распространение получили пропорционально-интегрально-дифференцирующие (ПИД) регуляторы.

Принцип работы ПИД-регулятора заключается в поддержании заданного значения x0 некоторой величины x путем изменения другой величины u. Значение x0 называется заданным значением, а разность e = (x0 − x) — рассогласованием. Так, для осуществления контроля износа направляющих станка, ПИД-регулятор будет сопоставлять величину действующего давления в них (x) с допустимой величиной давления (x0) и в случае превышения допустимой величины, будет изменять силу резания (u).

Подобным образом работают регуляторы теплового поля станка, вспомогательных и главных движений, погрузочных и транспортных перемещений и т. д. [6, 7, 8, 9].

Применение систем автоматического регулирования значительно повышает скорость и качество работы оборудования, безопасность его эксплуатации, производительность технологических комплексов, а также облегчает человеческий труд.

Список литературы:

1) Вереина Л.И., Ягопольский А.Г. Металлорежущее технологическое оборудование // Учебное пособие. – М.: ИНФРА – М, 2019 – 435 с.

2) Ягопольский А.Г., Николаева Н.С., Плетнев В.А. Особенности проектирования металлорежущего оборудования для повышения его конкурентоспособности // Инновации и инвестиции. 2017. № 3. С. 126 — 130.

3) Ягопольский А.Г., Домышев А.А., Воронцов Е.А. Проблемы инновационного развития машиностроения России // Инновации и инвестиции. 2019. № 4. С 226 – 228.

4) Щербань И.В., Цыбрий И.К., Земляков В.Л. Основы автоматического управления // Учебное пособие. 2017. С. 45 – 72.

5) Ивченко Е.А., Ягопольский А.Г., Комков Е.Ю. Сравнительный анализ и обобщение способов обработки поверхностей металлоизделий // Технология металлов. 2018. № 6. С. 17 – 22.
6) Грибакин А.О., Ягопольский А.Г., Секисов Д.М., Грибакина Д.В., Махонин О.М. Автоматизация отсчета звеньев приводной цепи // Инновации и инвестиции. 2019. № 1. С 164 – 166.
7) Ягопольский А.Г., Винников Д.А. Сравнительный анализ и обобщение способов коррекции температурных деформаций в металлорежущих станках // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2017. № 1 (682). С. 71 – 78.
8) Кузнецов П.М., Москвин В. К. Техническое обеспечение операций «загрузки-выгрузки» изделий на токарных станках с ЧПУ // Технология машиностроения 2019. № 9. С. 34 – 37.
9) Кузнецов П.М., Москвин В.К. Оперативное управление единичным производством // Вестник МГТУ Станкин 2018. № 1 (44). С. 18 – 22.

Разработка конструкторско-технологической модели изделия «Стабилизатор»

Язьков В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва
yazkov.vova@mail.ru

Предмет исследования – создание модели изделия и проведение прочностного анализа.

Основные теоретические моменты работы:

- Подбор программного обеспечения (обзор недостатков и преимуществ)
- Определение составных элементов модели изделия.
- Построение модели изделие.
- Параметризация.
- Проведение прочностного анализа.

Необходимо провести обзор имеющихся на рынке популярных САПР с возможностью создания комплексной модели и проведения прочностного анализа.

Взвесив все плюсы и минусы различных САПР, следует выбрать одну из систем для дальнейшей работы в ней.

Создание графического образа происходило на основе декомпозиции стабилизатора на составные части и выделение в конечных деталях геометрических примитивов.

База в структурно-параметрической модели — это элемент, система координат которого будет совпадать с системой координат объекта (модели в целом). В модели «Стабилизатор» в каждом узловом элементе введен фиктивный элемент "Начало", относительно которого происходит увязка положения всех остальных элементов. Для моделей деталей, которые впоследствии предполагается использовать в сборке с другими моделями, выбор базового элемента требует особой тщательности. Неправильный выбор базового элемента приведет к трудностям в увязке относительного положения моделей деталей при составлении модели сборочной единицы. Базовым становится первый включенный в объект элемент объекта, определенный в блоке "ЭЛЕМЕНТЫ".

В ходе проведенной работы была:

- Создана комплексная модель изделия Стабилизатор, выполненная с помощью программно-методического комплекса структурно параметрического моделирования, включающая систему параметризации и технологические характеристики, дающие возможность формировать маршрутные карты и план изготовления изделия.
- Проведен прочностной анализ модели изделия в программной системе конечно-элементного анализа ANSYS.

Система параметризации сформирована таким образом, что позволяет строить модели новых изделий на основе единожды созданной, не меняя самого кода.

Плагин для поддержки языка программирования BML для интегрированной среды разработки WebStorm

Ямщиков П.Б., Фомин Р.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва
Pashayam.998@yandex.ru

В 21 веке технологии развиваются со стремительной скоростью. Языков программирования становится все больше и больше, особенно в сфере веб разработки. Каждые полгода появляется новые, более прогрессивные языки. Старые становятся сложнее, в них появляется все больше новых функций, новых синтаксических конструкций. На их изучение нужно тратить все больше времени. И люди начинают думать, что разработка слишком сложна для них. Но что, если человек, не связанный с программированием заинтересуется им и захочет сделать, например, свой сайт.

Например, наш научный руководитель, вместе с помощниками, разработал свой предметно-ориентированный язык BML. У него есть свой синтаксис, свои смысловые конструкции. На их изучение уйдет очень много времени, а как такого результата своей работы человек может и не увидеть. Для этого, мы разработали графический интерфейс для взаимодействия с языком, не используя программного кода. То есть человек достаточно иметь навыки владения мышкой и воображение для того, чтобы создать свое приложение. Мы решили, что самым удобным вариантом будет написание плагина для среды разработки WebStorm, как одну из самых популярных для написания веб приложений. Допустим, он хочет добавить кнопку и вместо того, чтобы писать много строчек кода ему достаточно вытянуть эту кнопку из меню, а с помощью редактора настроить ей форму и цвет. Код сгенерируется автоматически. Человек настроил все как ему нужно и потратил на это всего каких-то несколько минут. Через какое-то время человеку станет интересно: «а как же это все работает внутри?». Для того, чтобы ему увидеть сгенерированный код, достаточно лишь переключиться на другую вкладку. Он сможет редактировать его и сразу видеть изменения на модели.

Таким образом мы сможем повысить интерес к веб разработке и в целом к программированию, снять ограничение на создание своих приложений и снизить порог вхождения в язык программирования BML.

Генеративно-состязательная нейронная сеть для создания трехмерной модели самолёта

Ярославский В.В., Новиков А.Ю.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
vovay97@mail.ru

В наше время одним из самых популярных подходов к решению сложных задач является использование нейронных сетей. Спрос на их развитие растет с каждым годом, так как они позволяют решать множество различных проблем. Целью данной работы является разработка скрипта для приложения Blender на основе нейронных сетей, способного помочь в моделировании трехмерных моделей самолёта.

Одной из областей применения нейронной сети является создание трехмерных объектов, которые имеют множество неизвестных величин. Как пример, чтобы смоделировать самолёт, инженеру потребуется провести огромное количество вычислений, после чего данные, которые он получит, пойдут на создание модели данного самолёта. Далее последует корректировка вычислений, и так, пока не получится наиболее подходящий результат для создания нужной модели самолёта, которая сможет удовлетворить всем условиям. В такой задаче нейронная сеть окажется эффективным средством решения данной проблемы.

Используя способность нейронных сетей к самообучению, становится возможным сэкономить время, затраченное на расчеты и создание модели самолёта.

Для разработки скрипта необходимо было обучить нейронную сеть. Для обучения нейронной сети использовались модели самолёта и многочисленные формулы, требуемые для расчета модели самолёта.

Как итог — была обучена нейронная сеть, которая генерировала модель самолёта и включала в себя хранилище основных видовых свойств моделей самолёта и формулы, необходимые для проектирования модели самолёта. Также данный скрипт позволяет вручную вносить корректировки при генерации модели самолёта.

Секция №3.5 Электротехника, электротехнические комплексы и электроника

Особенности построения современных структур систем бесперебойного электроснабжения ракетно-космических комплексов

Андрян В.А.
Научный руководитель — Бут А.Б.
МАИ, Москва
vika.andryan30@gmail.com

В основу классификации положены:

• Способ подключения установок бесперебойного электропитания (ИБП) к питающей сети;
• Структурное построение системы;
• Состав оборудования;
• Допустимое время перерыва питания;
• Время работы без основного источника энергии и тип собственного источника энергии.

По способу подключения ИБП к сети различают установки параллельного и последовательного подключения. ИБП параллельного подключения являются установками с обратимыми преобразователями энергии, которые при наличии напряжения во внешней сети работают либо в двигательном режиме (электромашинные преобразователи), либо в режиме подзаряда аккумуляторных батарей (статические и некоторые типы электромашинных преобразователей). В этом случае ответственные электроприемники имеют общую точку подключения. При нарушении режима работы сети преобразователь энергии ИБП переходит в генераторный (инверторный) режим, а основной источник энергии отключается. ИБП последовательного подключения содержат преобразователи, работающие только в генераторном режиме. При таком подключении ответственные электроприемники получают питание от необратимого преобразователя энергии.

По способу структурного построения системы бесперебойного питания классифицируются, как системы с централизованным, децентрализованным и комбинированным питанием.

Состав оборудования во многом зависит от предъявляемых требований и способа подключения ИБП. По составу оборудования различают установки с электромашинными или статическими преобразователями, которые могут быть как обратимыми, так и необратимыми.

По времени допустимого перерыва в электроснабжении электроприемники условно разделяются на допускающие перерыв от 0,1 до 1 с, допускающие перерыв менее 0,1 с и не допускающие перерыва.

Основными признаками, положенными в основу такой классификации, являются: тип накопителя энергии (НЭ); тип преобразователя энергии (ПЭ); время работы НЭ установки: время восстановления питания.

Кроме того, в основу классификации ИБП положен способ связи установки и потребителей с основным источником энергии, а дальнейшее разделение произведено по типу кратковременного источника энергии (КИЭ) и преобразователя энергии.

По типу КИЭ каждый класс разделен на два подкласса:

• Установки с аккумуляторным КИЭ;
• Установки с маховичным КИЭ.

Дальнейшее разделение каждого подкласса на группы произведено по типу преобразователя энергии:

• Установки с электромашинными преобразователями;
• Установки со статическими преобразователями;
• Установки с комбинированными преобразователями.

По способу связи с основным источником (ОИ) все ИБП разделены на два класса:

1. Класс А – ИБП параллельного подключения (с непосредственной связью потребителей и основного источника энергии).

2. Класс Б – ИБП последовательного подключения (с полным преобразованием энергии — разделительные).

В настоящее время ИБП класса А получили меньшее развитие по сравнению с аналогичными установками класса Б. Это объясняется следующими причинами:

• Влиянием колебаний напряжения и частоты основного источника на работу потребителей энергии, подключенных к ИБП класса А;

• Большими отклонениями напряжения и частоты от установившегося значения в режимах отключения ввода основного источника энергии.

Основным достоинством ИБП класса Б является независимость параметров электроэнергии на шинах бесперебойного питания.

Источники бесперебойного питания классифицируются также по конструктивному решению блоков бесперебойного питания: моноблочные или модульные ИБП (UPS).

В модульных ИБП выпрямительный блок состоит из нескольких рабочих модулей и одного резервного. При неисправности одного из рабочих модулей автоматически включается резервный модуль. Неисправный модуль можно заменить, не отключая ИБП.

Все имеющиеся ИБП можно разделить на три вида: дежурные («Off-line» (вне линии), гибридные (Line-Interactive), двойного преобразования («On-line»).

Анализ инвертора с двухуровневым выходным напряжением при модуляции многоуровневого сигнала, аппроксимирующего синусоидальный сигнал

Баканенко А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Крючков В.В.
МАИ, Москва
nbakanenko@yandex.ru

Инверторы напряжения необходимы для питания ответственных потребителей систем ориентации и навигации летательных аппаратов синусоидальным напряжением заданного качества. Заданное качество выходного напряжения инвертора обеспечивается выходным индуктивно-емкостным фильтром, параметры которого во многом определяются спектральным составом многоимпульсного напряжения на его входе.

В настоящее время повышенное внимание уделяется управлению устройствами преобразования электроэнергии на основе цифровых микроконтроллеров. В силу ограниченного объема памяти программ и памяти данных микроконтроллера необходимо разрабатывать методы формирования напряжений, позволяющие формировать на выходе инвертора многоимпульсное напряжение с улучшенным спектральным составом, для снижения массы и габаритов выходного фильтра.

В режиме широтно-импульсной модуляции по синусоидальному закону (ШИМ-СИН) длительности импульсов пропорциональны среднему, или мгновенному значению моделирующего напряжения на интервале аппроксимации. Частота импульсов, определяемая частотой пилообразного напряжения, постоянна и во много раз превышает частоту моделирующего напряжения. Моменты начала и конца каждого импульса формируются в момент совпадения треугольного и синусоидального (опорного) напряжений.

При реализации схемы управления инвертора в режиме ШИМ-СИН на основе цифрового микроконтроллера целесообразно аппроксимировать синусоидальное напряжение многоуровневым. В этом случае, с помощью микроконтроллера будут формироваться моменты начала и конца импульсов.

В докладе представлено формирование сигналов управления инвертором в режиме ШИМ-СИН при различном числе уровней опорного напряжения, аппроксимирующего синусоидальное. Моделирование проведено в программе Matlab Simulink.

Компьютерное моделирование как необходимая мера анализа работы электроприводов

Батаев В.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
vbataev@inbox.ru

На сегодняшний день многие производственные процессы в качестве источника энергии используют электрическую, которая в дальнейшем преобразуется в другой, необходимый процессу, вид энергии. Зачастую, для реализации данной задачи используются электрические приводы, которые в настоящий момент являются основным видом привода для многих производственных и испытательных установок.

Учитывая тот факт, что современный мир стремится к максимально качественному и рациональному использованию получаемых ресурсов, предварительное проектирование и оценка работы установок является важной частью производственной отрасли.

Очевидно, что на сегодняшний день компьютерные технологии задействованы практически во всех сферах жизни человека для изучения и исследования различных производственных процессов и сложных технических систем. В связи с этим, становится возможным осуществить предварительную оценку работы электрического привода в конкретном технологическом процессе, используя программное обеспечение.

Для этого можно воспользоваться программным пакетом MatLAB, который позволяет достаточно быстро и наглядно создать модель электропривода с системой управления. Но стоит отметить, что данный программный пакет используется преимущественно в учебных целях, так как содержит в себе некоторые упрощения и идеализированные модели электрических устройств. Для моделирования реального электропривода неплохим решением выступает программный пакет LTspice, который позволяет смоделировать автоматизированный электрический привод установки на основе реальных параметров электрического двигателя и системы управления им.

Например, для создания модели асинхронного двигателя может использоваться базовая модель, представленная в пособии Ю.Н. Сохор «Моделирование устройств в LTspice», в которой статорные обмотки представлены в трехфазных координатах, а роторные — в двухфазных α и β, причем необходимо учитывать, что параметры фазы двухфазного асинхронного электродвигателя в полтора раза больше, чем параметры эквивалентной по мощности трехфазной асинхронной машины [1].

Для определения параметров схемы замещения асинхронного двигателя, а именно индуктивных и активных сопротивлений ротора и статора, а также индуктивности контура намагничивания, используются специальные методы определения на основе каталожных данных двигателя. Система управления электроприводом в программном пакете LTspice может быть смоделирована при помощи стандартных моделей электронных элементов и устройств, заложенных в программе.

Таким образом, предварительная оценка работы электрического привода в технологическом процессе является необходимой и имеет важное значение для максимально рационального использования электроэнергии и корректной работы промышленных механизмов.

Список литературы:

1. Сохор Ю.Н. Моделирование устройств в LTspice. Учебно-методическое пособие. Псковск. гос. политехн. ин-т. — Псков: Издательство ППИ, 2008. — 165 с.

Разработка опытного образца многоразового метеорологического зонда

Гамбургер Ю.В.
Научный руководитель — к.т.н. Моисеева Н.О.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург
yuriidixon@mail.ru

На настоящий момент существуют различные способы получения метеоинформации, основанные на разнообразных технических способах и методах зондирования атмосферы. Одним из перспективных направлений развития авиационной метеорологии является применение дронов для доставки метеозонда в необходимый пространственный район для измерения основных метеорологических параметров. Данный технологический симбиоз позволит получить дополнительную метеорологическую информацию, повысить точность метеопрогнозов и безопасность полётов.

Современные методы зондирования атмосферы могут дать исчерпывающую информацию о вертикальном профиле температуры и важнейших метеопараметрах, которые используются метеорологами и синоптиками в целях прогнозирования и анализа погодных условий. Однако, подавляющее большинство имеющихся средств зондирования требуют значительных материальных затрат и сложны как эксплуатации, так и в технической поддержке, т.е. представляют собой системы с разноуровневыми компонентами и сложными алгоритмами расчета (К примеру, микроволновый радиометр атмосферы). ГНСС-радиопросвечивание позволяет практически сразу описать состояние атмосферы, однако у метеорологических спутников существуют свое ограничение по пространственному расширению, означающее невозможность их повсеместного использования. В ближайшем будущем ИСЗ будут все более широко использоваться в качестве способа дистанционного зондирования атмосферы. Также будет происходить с другими комплексными, но уже наземными системами. В сложившихся условиях на обширных территориях РФ сложилась ситуация, когда данные об атмосфере получают путем использования устаревших и дорогих технических средств. Существуют и такие места, где бедность метеоданных едва ли позволяет составить прогноз на краткосрочный период. Выполнение полётов в условиях, когда метеопрогноз составлен исходя из скудного объема данных, нельзя назвать безопасным.

Одним из вариантов решения проблемы является разработка возвратного метеозонда. Метеозонд представляет из себя небольшой кейс, напечатанный с применением технологий 3D печати, с учетом размеров датчиков, плат, платформы, микроконтроллера, а также системы аспирации и питания. Кейс крепится к нижней части дрона, который доставляет метеозонд в нужный район или квадрат, где необходимо выполнить измерения. Измерения производятся в приземном слое. При восходящем и нисходящем движении зонда происходит запись параметров температуры, влажности, давления. Для написания программного обеспечения была выбрана среда Arduino IDE, а для обработки результатов – язык программирования Python. Результаты испытаний показали, что метеозонд способен успешно измерять перечисленные параметры в приземном слое атмосферы. Результаты испытаний опытного образца метеозонда определяют возможность осуществления измерений метеопараметров в приземном слое метеозондом при помощи дрона. При этом использование подобной технологии существенно дешевле запуска невозвратных метеозондов, что определяет возможность их распространения. Возвратный метеозонд является вероятным решением проблемы метеорологического обеспечения отдаленных районов РФ, где отсутствует комплексная метеорологическая информация. В перспективе представляется возможным интегрирование дрона и метеозонда в единую систему, что усложнит техническое решение, однако увеличит спектр решаемых задач.

Системы автоматизированного проектирования электрических жгутов электротехнических комплексов

Гимранова Э.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Корнилов А.Б.
МАИ, Москва
gimlika@list.ru

Автоматизированное проектирование позволяет сократить время работы, повысить качество проектирования и снизить стоимость проектов, выполняемых на предприятии. Современные тенденции при проектировании изделия приводят к ведению электронной документации и описанию объекта проектирования полностью в цифровом виде. Например, на борту летательного аппарата находится много аппаратуры, которая связана между собой, что, в свою очередь, приводит к прокладке многокилометровых и многотонных кабелей. Для оптимального размещения требуются системы автоматизированного проектирования.

Существуют различные САПР, как отечественного, так и зарубежного производства, реализующие процесс проектирования жгутов. Процесс включает в себя такие задачи как: трассировка, учет влияния электромагнитных помех, вес кабелей, диаметр проводов и жгутов и др.

Системы автоматизированного проектирования для жгутов подразделяются на уровни: тяжелые САПР – верхний уровень, средние САПР – средний уровень. Существуют и легкие САПР – нижний уровень, но критериям для проектирования электрических жгутов они не соответствуют. САПР верхнего уровня позволяет решить трудоемкие задачи (моделирование поведения сложных механических систем) и имеют значительную стоимость, когда как средние помогают решить задачи 90% функций тяжелых САПР, но стоят гораздо меньше.

Для выбора нужной САПР существуют несколько обобщенных критериев такие как: отраслевые стандарты, стандарты предприятия, традиции использования проверенного ПО, наработанные методики для различных программ, требование отвечать стандартам проектирования.

В этой работе поведен анализ программ разного уровня для проектирования жгутов, в том числе отечественной программы САПР «МАКС», и была выбрана наиболее соответствующая критериям российских проектировщиков и подготовки комплекта документации в соответствии с ГОСТ.

Список литературы:

1. Е.И. Яблочников, Д.Д. Куликов, В.И. Молочник. Моделирование приборов, систем и производственных процессов / Учебное пособие – СПб: СПбГУИТМО, 2008. – 156 с.
2. Система проектирования электрических жгутов и кабелей. «Оборудование: Кабели и жгуты 3D». Инструкция по работе.
3. Описание функциональных характеристик системы автоматизированного проектирования кабельных сетей и трубопроводных систем «Макс». г. Дубна, 2017.

Анализ структур построения системы электрического питания электроимпульсной подсистемы удаления льда

Гореликов К.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шевцов Д.А.
МАИ, Москва
gorelikov.kirill@mail.ru

Подсистема удаления льда – это совокупность технических средств, предназначенных для предотвращения нарастания ледяного слоя на конструктивных элементах летательного аппарата и удаления появившегося льда. Электроимпульсная подсистема удаления льда обеспечивает удаление льда с помощью упругих колебаний обшивки летательного аппарата. Основным элементом подсистемы удаления льда является преобразователь энергии с накопительным конденсатором.

Используемый на борту беспилотного летательного аппарата блок подсистемы удаления льда содержит в себе преобразователь, состоящий из регулируемого импульсного преобразователя, работающего на высокой частоте, трансформаторного узла, умножителя напряжения и накопительных конденсаторов. Для снижения массы и габаритов трансформаторов и дросселей, схема управления работает на постоянной повышенной частоте преобразования, обеспечивает стабильное выходное напряжение, за счет определения выходного напряжения и сравнивания его с источником опорного напряжения. Применение схемы управления позволяет изменять времена импульса и паузы, тем самым изменяя скважность импульсов при неизменной частоте. Наличие паузы устраняет сквозные токи в импульсном преобразователе. На выходе импульсного преобразователя применяется умножитель напряжения на четыре. Применение такой схемы приводит к увеличению массы и габаритов преобразователя, из-за необходимости использования высоковольтных конденсаторов в схеме умножения.

В докладе рассмотрена структурная схема преобразователя на основе трансформаторов, повышающих напряжение до высокого выходного без использования схемы умножения, путем составления выходных накопительных ячеек, последовательное соединение которых позволяет получить высокое напряжение необходимого уровня (2,4 кВ). С целью снижения массы трансформаторного узла, повышается частота преобразования напряжения с 10 кГц до 30 кГц. Рассмотрены динамические, энергетические и массогабаритные свойства предлагаемых схем.

Сравнительный анализ режимов управления коллекторного двигателя постоянного тока

Горюнов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Крючков В.В.
МАИ, Москва
faireboy@mail.ru

Основным достоинством коллекторных двигателей постоянного тока является возможность регулирования частоты вращения в широком диапазоне, высокое быстродействие, большой пусковой момент, линейность механической и, в большинстве случаев, регулировочной характеристик, малая масса и объем на единицу полезной мощности и более высокий КПД по сравнению с двигателями переменного тока той же мощности.

Современный электропривод по энергетическим характеристикам вплотную приблизился к теоретическому максимуму, который определяется конструкцией электрических машин. Приводы без регулирования частоты вращения или с неэкономичными способами регулирования уступают место современным регулируемым приводам, которые обеспечивают высокий КПД в широком диапазоне работы. Изменение систем управления происходит при помощи добавления статических полупроводниковых преобразовательных устройств, к которым относится широтно-импульсный преобразователь. Использование полупроводниковых компонентов дает возможность создать импульсные преобразовательные устройства, реализующие различные законы коммутации силового каскада. Импульсный регулятор имеет следующие преимущества: динамические показатели и относительно высокий КПД, которые являются одними из основных критериев для эффективного и точного управления устройством.

В работе рассмотрено управление двигателем с помощью широтно-импульсной модуляции. Управление скоростью вращения вала осуществляется путём изменения длительности импульсов.

Для исследования процессов, как электрических, так и электромеханических, создана модель двигателя постоянного тока, учитывающая следующие параметры, необходимые для проектирования регулятора: сопротивление якоря, индуктивность якоря, момент инерции ротора, магнитная постоянная. Модель двигателя реализована в программах PSpice и Matlab Simulink.

Регенеративная энергия и её перспективы в России

Губаев И.Н., Садрисламов Н.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
uzmarbekow@mail.ru

Регенеративной энергией называется энергия доступных и неисчерпаемых ресурсов. Её преимущество заключается в возможности восстанавливаться. К возобновляемым источникам относятся солнечные лучи, энергия ветра, тепло Земли. К положительным сторонам альтернативной энергетики можно отнести, то, что она положительно влияет на экономику и не причиняет вреда окружающей среде.

Согласно энергетическому плану РФ, на ближайшие 10 лет, в котором оценивается перспектива эксплуатации регенеративных источников энергии (РИЭ), их технический ресурс преобладает над объемом использования всех топливно-энергетических ресурсов примерно в 4 раза. Чтобы достичь таких объёмов добычи энергии, рассматривают перспективу ввода малых гидроэлектростанций, ветроустановок, геотермальных, тепловых и приливных электростанций, которые в совокупности будут выдавать до 25 ГВт мощности.

Положительными аспектами использования альтернативной энергии в нашей стране являются:

• Снижение влияния человеческого фактора на природную среду, которая может привести к дисбалансу экосистем планеты;

• Способность интегрироваться в энергетическую систему всего мира;

• Открытие инновационных проектов и грантов, которые необходимы стране как в стратегическом, так и в коммерческом плане;

• Рост уровня безопасности государства в энергетическом отношении;

Россия – довольно непривередливая страна в плане использования РИЭ, габариты и местоположение создают благоприятные условия для использования всех их разновидностей. Но в этой статье мы уклонимся в сторону ветроэнергетики.

Главный минус ветроустановок – это излишняя подчиненность погодным условиям, изменения которой сильно сказываются на графике выработки энергии. Это можно скомпенсировать путем применения дублирующих двигателей, благодаря которым ветроэнергетические установки могут работать постоянно на полную мощность. Но данное решение увеличивает стоимость энергии. Ещё одним недостатком можно считать влияние ветроустановок на местную фауну, они разгоняют местных животных и влияют на их жизнедеятельность.

Таким образом, исходя из вышеизложенных фактов, мы можем определить основные аспекты влияния ВЭС для будущего страны:

• Потребление энергии непримиримо растет, поэтому выбор РИЭ во избежание острой нужды в электроэнергии совместно с наименьшим вредом окружающей среды очевиден;

• Традиционных ископаемых все меньше, следовательно, наблюдается тенденция роста цен на них, и во избежание колоссальных затрат, так или иначе придется прибегнуть к регенеративным источникам, стоимость энергии ветра как нельзя лучше подходит для этих целей;

• Россия обладает гигантским потенциалом в добыче энергии ветра, благодаря географическим и метеорологическим особенностям, что может привлечь разноплановых спонсоров.

О пользе развития ветроэнергетики мы можем судить по опыту наших иностранных коллег из Германии, Китая, США. Россия тоже вполне может стать для них конкурентом, при должной популяризации электростанций на регенеративных источниках, продвижении на законодательном уровне и индуцировании российских производителей оборудования для ветроустановок.

Провод нового поколения

Гурьянов М.С.
Научный руководитель — Афанасьев А.Ю.
КНИТУ-КАИ, Казань
Guryanov_maksim_98@mail.ru

В настоящее время для передачи электроэнергии используются медные и алюминиевые провода. При этом характеристики данных материалов находятся на удовлетворительном уровне. Заменой меди и алюминия в будущем можно считать алюминиевые композитные провода. Основой композитного провода будет служить оксид алюминия.

Композит из оксида алюминия, используемый в качестве материала, проводящего электрический ток, обладает следующими особенностями: в отличие от традиционного стального, он сохраняет такой же модуль упругости как у стального, но при этом вес композита в разы меньше. Более того, композитный провод имеет меньшую стрелу провеса, что позволит сократить количество опор для линий электропередач. Упростив конструкцию опор, можно получить выигрыш в финансовом плане. Одно из положительных свойств алюминиевого композитного провода – это малое удельное электрическое сопротивление по сравнению с традиционными проводами. В результате чего происходит уменьшение потерь напряжения в линиях электропередач.

Россия имеет одну из самых разветвленных сетей линий электропередачи (ЛЭП) в мире, которая покрывает всю территорию проживания населения и расположения промышленных объектов. Известно, что многие регионы России сталкиваются с проблемой ограниченной пропускной способности ЛЭП. Поэтому необходимо улучшать ЛЭП для уменьшения потерь энергии и экономии денег.

Электропотребление в мире растет. При увеличении пиковых нагрузок стандартные провода (медные и алюминиевые) уже не соответствуют современным требованиям. Происходит перегрев, провисание ниже допустимой величины, что часто приводит к отключению линий. Новые провода смогут решить такие проблемы, как высокие потери напряжения на участках линий и расходы на эксплуатацию ЛЭП.

Технология производства композитных проводов заключается в следующем. Для производства композитных проводов используется проволока из алюминия диаметром от 2 до 4,5 мм, армированная несколькими тысячами волокон оксида алюминия. Затем готовые проволоки скручивают в сердечник провода по традиционным методам производства проводов. Оксид алюминия имеет такие свойства: устойчивость к высокой температуре и является диэлектриком. Алюминий является основой матрицы, он практически не подвержен влиянию большинства факторов окружающей среды. Алюминий – это металл, который надежно защищает волокна и от пластических изгибов (смятий) и смещений, которые являются основными причинами повреждения продольно – ориентированных волокнистых структур.

Алюминиевый композитный провод является более совершенным проводом, в отличие от старых медных и алюминиевых. И смена их в будущем на провода нового поколения позволит получить выигрыш в финансовом и энергетическом плане.

Разработка и исследование блока управления шагового двигателя

Дмитриев Е.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Крючков В.В.
МАИ, Москва
white.wind44@gmail.com

Все больше внимания уделяется созданию полностью электрического самолёта, что предусматривает полную замену гидравлических и пневматических приводящих механизмов на электрические привода. На данный момент в современных самолётах имеется в наличии

огромное количество исполнительных механизмов и агрегатов, где в качестве источников механической энергии используются гидравлические, пневматические и электрические приводы. Больше всего универсальным из них считается электрический привод вследствие высокой надёжности, простоты использования и возможности автоматизации.

Шаговый двигатель является бесколлекторным, синхронным электродвигателем с несколькими обмотками, в котором ток, подаваемый на одну из обмоток статора, вызывает фиксирование ротора. Последовательная активация обмоток двигателя вызывает дискретные угловые перемещения ротора. Из этого следует что, вращение ротора происходит “шагами” известной величины. Подсчитав шаги можно определить, на сколько изменилось положение ротора, вычислить его абсолютную позицию. Объединяя в себе двигатель и позиционирующее устройство без обратной связи, шаговый двигатель является идеальным приводом в авиации для прецизионных следящих систем, приводах антенн бортовых радио локационных станций (РЛС), в системах дозирования топлива авиационных газотурбинных двигателях (ГТД), в приводах рулевых поверхностей разрабатываемых беспилотных летательных аппаратах (БПЛА), а также в промышленном оборудовании, станках с числовым программным управлением (ЧПУ), робототехнике и других устройствах нуждающихся в точном позиционировании.

В работе рассмотрены и проанализированы различные способы управления шаговыми двигателями. Анализ литературы показал, что управление в режиме микрошаг имеет ряд преимуществ: использование микрошага одновременно увеличивает плавность хода двигателя, снижает резонансные явления, более дискретно задавать позицию в ЧПУ системе, применяя микрошаговый режим управления можно заставить двигатель с углом поворота к примеру 7,5º вращаться на угол 0,93º, по сравнению с полношаговым режимом.

Автоматизация управления климат-контролем офисных помещений промышленного предприятия

Жильцов М.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Поляков О.А.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
sopr022@bk.ru

Все автоматические системы, используемые как на предприятиях, так и в повседневной жизни, в первую очередь, нацелены на облегчения человеческого труда, экономию энергоносителей, комфортные и безопасные условия труда. Немаловажной частью автоматизации является управление климатом.

Управление климатом в зданиях и сооружениях включает работу с вентиляционными установками, кондиционерами, системой отопления, различными измерительными устройствами и регулирующим оборудованием. Цель работы заключается в построении системы автоматизированного управления климат-контролем для поддержания заданных параметров (температура, влажность, содержание углекислого газа и освещение) в конструкторско-технологических отделах предприятия.

В качестве управляющего органа системы климат-контроля была выбрана плата Arduino Nano. Плата находится под управлением микроконтроллера ATmega328, тактовая частота которого составляет 16 МГц. Под управлением платы находится 22 порта ввода/вывода, 6 из которых поддерживают широтно-импульсную модуляцию и ещё 8 подключены к аналогово-цифровому преобразователю платы. Также плата имеет 32 КБ встроенной флэш памяти и использует 5 вольт в качестве напряжения логических уровней, которое предназначено для управления исполняющими устройствами. Для создания человеко-машинного интереса было решено использовать сенсорный TFT дисплей Nextion с диагональю экрана 4.3 дюйма. Дисплей построен на процессоре STM32P, обладает разрешением экрана 480 на 272 пикселя, поддерживая при этом 65 тысяч цветов. Количество оперативной памяти составляет 3584 байт, а флэш память 16 Мб. Питание дисплея составляет 5 вольт постоянного тока. Для связи с Arduino дисплей использует последовательный порт UART. Датчики для контроля

выше указанных параметров: датчик температуры и влажности BME 280; инфракрасный датчик углекислого газа MH-Z19B; фоторезистор как датчик освещённости. Для управления системы, помимо датчиков, нужны исполнительные устройства, которые, под управлением платы Arduino, на основе полученных данных о температуре, влажности, освещённости и содержании углекислого газа, будут управлять всей системой автоматизации. Таковым являлся релейный модуль, совмещающий в себе 4 электромагнитных реле на 250 В и 10 А переменного тока, общей мощностью 2500 Вт каждое и транзисторный ключ — полевой транзистор IRF640N. Для питаний системы и светодиодного освещения использовался импульсный блок питания напряжением 12 В и максимальным током 12 А.

Программирование, созданной системы управления климатом, осуществлялось в программной среде Arduino IDE, посредством языка программирования C++. Написание программного кода начиналось с подключения различных библиотек для работы с датчиками, серийными порта и интерфейсами обмена данных. После подключения библиотек были заданы переменные для хранения данных и их принадлежность к контактам платы. Основную часть кода занимало получение данных с датчиков и их обработка. Кроме этого, производились вычисления по формулам, описанным в документации к датчикам. Для корректного обмена данными между дисплеем и Arduino, был синхронизирован программный код в Arduino IDE с программной визуализации дисплея, разработанной в среде разработки Nextion Editor. Для создания «дружественного интерфейса», состоящего из шести логически сконструированных страниц, был использован функционал приложения Photoshop CS.

Электропривод на основе ВТСП лент 1-го поколения для тягового винта летательного аппарата

Задачин А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пенкин В.Т.
МАИ, Москва
al---i@mail.ru

Возрастающие требования к снижению загрязняющих выбросов при эксплуатации авиационной техники и уменьшению шума от авиадвигателей обусловливают тенденцию разработки новых типов силовых установок летательных аппаратов. Основные направления связаны с переходом на электропривод тяговых винтов или вентиляторов в самолётах гражданского назначения.

Технологии сверхпроводимости позволяют реализовать концепцию летательного аппарата с электроприводом винта. При этом источником питания для сверхпроводниковых электродвигателей могут быть литий-ионная аккумуляторная батарея, электрохимический генератор или сверхпроводниковый электромеханический генератор, приводимый во вращение от газовой турбины, работающей на продуктах сгорания водородного горючего. Специфика проектирования разрабатываемого сверхпроводникового электродвигателя определяется конструктивными особенностями: наличием криостатированной высокотемпературной сверхпроводниковой (ВТСП) обмотки индуктора с криогенным охлаждением, размещённой на статоре; выполнением машины без ферромагнитопровода якоря, наличием сильных магнитных полей возбуждения.

В работе представлены результаты аналитического подхода к выбору главных размеров ВТСП электрической машины силовой установки атмосферного летательного аппарата в двумерной постановке задачи и приближении токовых слоев применительно к обмоткам ротора и статора. Получен аналог основного расчетного уравнения для электрической машины постоянного тока со сверхпроводящим индуктором и резистивным якорем, позволяющий учесть критериальные зависимости плотности тока в индукторе от температуры в зоне криостатирования и индукции магнитного поля. Сильное магнитное поле ВТСП обмотки возбуждения исключает необходимость в магнитопроводе якоря. Отсутствие стального магнитопровода существенно снижает массу машины и индуктивность обмоток. Малая индуктивность обмоток, в свою очередь, упрощает процесс коммутации на коллекторе

и позволяет исключить дополнительные полюса. Поскольку внешний магнитный экран отсутствует, применение такого электродвигателя целесообразно на летательных аппаратах с фюзеляжем рампового типа (ТУ-136) или Pipistrel, где силовая установка удалена от авионики и экипажа.

Методика моделирования трехкаскадного авиационного генератора с учётом показателей качества генерируемого напряжения

Здорова М.В.
Научный руководитель — к.т.н. Иванов Н.С.
МАИ, Москва
marina.zdorova310@yandex.ru

Синхронные электрические машины с электромагнитным возбуждением являются первичными источниками электроэнергии на борту большинства летательных аппаратов. Одним из важных требований к генератору является требование к качеству электроэнергии. Генерируемое напряжение должно удовлетворять требованиям ГОСТ 54073-2017 в части уровня напряжения, частоты, качества. Существующие методики не учитывают показатели качества, а его оценка проводится на основе коэффициентов. Это в ряде случаев обуславливает увеличенные размеры генератора, а также может привести к тому, что выходные параметры могут выйти из допустимого диапазона. Возрастающие требования к уровню мощности и качеству напряжения бортовой сети делают необходимым разработку методики, позволяющей проводить параметрический анализ, а также оценку качества генерируемого напряжения.

В данной работе рассматривается создание комплексной методики, основанной на традиционных подходах и методах компьютерного моделирования, учитывающих показатели качества напряжения на этапе проектирования авиационного синхронного генератора. Особенностью созданной методики является то, что рассматривается совместное моделирование каскадов авиационного генератора (основного генератора и возбудителя), как с нагрузкой, так и без нее. Это позволяет оценить параметры всего трехкаскадного генератора, взаимное влияние каскадов, а также влияние нагрузки на выходное напряжение генератора. Таким образом, использование методики увеличивает точность расчетов и уменьшает время, затраченное на расчет и моделирование генератора.

Моделирование электрических эквивалентных схем проводящих каналов с учётом помехоэмисии

Игнатова Д.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Корнилов А.Б.
МАИ, Москва
ignatovadm@gmail.com

Современный летательный аппарат — это сложный комплекс взаимоувязанных технических систем. К таким системам относят: конструкцию планера, элементы управления и механизации крыла, авиационное оборудование, бортовое электронное оборудование, силовую установку и другие. Проектирование каждой из этих систем является трудной самостоятельной задачей.

Повышение энерговооруженности и интеллектуализации современных аппаратов предъявляет особые требования к бортовой системе электроснабжения и управления. Генераторы, преобразователи тока, (серво)приводы, выпрямительные устройства, бортовые аккумуляторные батареи, распределительные сети, аппараты защиты, система электродистанционного управления, в том числе и функционально связанные бортовые электронно-вычислительные машины — составляют электротехнический комплекс летательного аппарата.

Применяемые к проектированию сложных систем положения блочно-иерархического подхода проявляются в построении ряда математических моделей создаваемых объектов.

Одной из задач, стоящей перед проектировщиками, является разработка компонентов математических моделей, обеспечивающих наилучшее удовлетворение требований универсальности, экономичности и надежности. Общая методика получения моделей элемента состоит из процедур: определения свойств элемента, сбора исходной информации о свойствах объекта, получения структуры модели, расчета числовых значений параметров математической модели, оценки точности и адекватности модели.

При разработке электрооборудования для современных автономных электроэнергетических систем, в особенности для авиационных, уже на самой ранней стадии проектирования всегда возникает проблема обеспечения электромагнитной совместимости и стойкости к мощным электромагнитным внешним импульсам и внутренним разрядным процессам. Не учет указанной проблемы на всех стадиях проектирования и разработки систем и отдельных устройств приводит к огромным неоправданным затратам времени и средств на стадиях доработки, испытаний и эксплуатации.

Уровень плотности аппаратуры, условия эксплуатации на борту самолёта, требования надёжности диктуют необходимость учитывать эти факторы при разработке и использовании математических моделей элементов и устройств.

Одной из уязвимых мест для проникновения помех является кабельная сеть воздушного судна, которая имеет сложную разветвленную структуру, большую протяженность и многочисленные соединения.

В данной работе проведено рассмотрение в программной среде моделей проводящих каналов, в качестве которых могут выступать сигнальные или силовые цепи, с учётом внешнего электромагнитного воздействия.

Список литературы:

1. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: учеб. пособие. 7-е изд. – Спб.: Лань, 2009. – 592 с.: ил.

2. Норенков И.П., Маничев В.Б.. Основы теории и проектирования САПР: Учеб.для втузов по спец. "Вычислит. маш., компл., сист. и сети" — М.: Высшая школа, 1990. — 335 с.: ил.

3. Советов Б.Я., Яковлев С.А.. Моделирование систем: Учеб. для вузов 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 2001. 343 с.: ил.

4. Алексеев О.В., Головков А.А., Пивоваров И.Ю., Чавка Г.Г. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000. – 479 с.: ил.

5. Агеев В.М., Павлова Н.В. Приборные комплексы летательных аппаратов и их проектирование: учебник для вузов по спец. "Авиац. приборы и измерительно-вычислит. комплексы"; под ред. В.В. Петрова. — М.: Машиностроение, 1990. — 429 с.: ил.

Методика проектирования ВТСП машины с учетом зависимости удельной мощности от параметров сверхпроводников

Кадеров В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванов Н.С.
МАИ, Москва
Strelok690@yandex.ru

Сегодня сверхпроводящие материалы используются для создания сверхсильных магнитных полей, двигателей и генераторов. Сверхпроводниковые электрические машины, по сравнению с машинами традиционного исполнения, обладают существенными достоинствами, к которым относятся: улучшенные массогабаритные показатели, более высокий КПД, меньшие значения индуктивных параметров. Создание таких машин требует решения целого ряда научных и инженерных задач, относящихся ко многим областям науки и техники.

Главной задачей настоящей работы является создание методики проектирования ВТСП (высокотемпературная сверхпроводниковая) машины с учетом зависимости удельной мощности от параметров сверхпроводников. В ходе работы создан расчет магнитной цепи, основанный на законе полного тока. Контур, по которому замыкается магнитный поток, разбит на участки, для которых определены магнитные сопротивления. Разработанная методика позволяет учитывать геометрические размеры активной зоны, параметры сверхпроводниковой ленты и другие параметры. В результате получены аналитические соотношения для главного магнитного потока, ЭДС холостого хода, главного индуктивного сопротивления, выходной мощности и других параметров машины, а также получены размеры активной зоны. Используя полученные результаты выполнен конечно-элементный анализ. Разработанная модель позволяет провести параметрический анализ с целью получения требуемых значений целевых параметров, например, удельной мощности. Также, разработанная методика позволяет создавать различные варианты машин, например, ВТСП машину с безжелезным статором.

Формирование уравнений состояния электрической цепи в виртуальном лабораторном стенде

Казачнский Г.Г.
Научный руководитель — доцент, Корнилов А.Б.
МАИ, Москва
Kaza4inskyGeorgy@yandex.ru

При обучении по электроэнергетическим направлениям и специальностям применение виртуальных электронных приборов имеет ряд преимуществ. К ним можно отнести: возможность организовать среду исследователя в доступном пространстве, отсутствие поломок виртуальной аппаратуры (если обратное не предусмотрено учебной программой), масштабируемость, мобильность и отчетность.

Разрабатываемый стенд позволяет проводить исследование электрических схем в установившемся режиме на постоянном и переменном синусоидальном одно и трехфазном напряжении, а также в переходном режиме. Из теории электрических цепей известны различные методы расчета переходных процессов, в том числе метод пространства состояния, заключающийся в составлении уравнений электрической цепи особым образом.

Уравнения состояния представляют собой формализованную запись уравнений электрической цепи в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка, разрешенных относительно первых производных переменных, называемых «переменными состояния». Количество уравнений состояния должно соответствовать порядку электрической цепи, т.е. цепь первого порядка описывается одним уравнением состояния, цепь второго порядка двумя уравнениями состояния и т.д.

К переменным состояния предъявляются требования: чтобы значения переменных состояния в момент коммутации и ЭДС источников однозначно определяли процессы в цепи в любой момент после коммутации; переменные, не отнесенные к переменным состояния, можно было представить в виде линейной комбинации переменных состояния и ЭДС источников.

Совокупность значений переменных состояния выражается в понятии «состояния», которое неразрывно связано с энергией цепи. Изменение состояния сопровождается запасанием или отдачей энергии накопителями (индуктивностями и емкостями), содержащимися в цепи. Магнитная энергия, запасаемая индуктивностями, характеризуется потокосцеплением, а электрическая энергия емкостей — зарядами. Поэтому для всех типов цепей (линейных, нелинейных, параметрических) в качестве переменных состояния можно выбирать потокосцепление индуктивностей и заряды емкостей. Для линейных электрических цепей, в которых индуктивность и емкость постоянны, в качестве переменных состояния выбирают токи индуктивностей и напряжения емкостей.

В данной работе реализован алгоритм автоматизированного составления уравнений, соответствующих методу пространства состояний. Проведено сравнение получаемых результатов на известных схемах малой размерности. Рассчитаны типовые схемы, предназначенные для исследования в виртуальном лабораторном стенде.

Список литературы:

1. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: учеб. пособие. 7-е изд. – Спб.: Лань, 2009. – 592 с.: ил.

2. Попов В.П., Основы теории цепей: Учеб. для вузов. 4-е изд., испр. М.: Высшая школы, 2003. — 575 с.: ил.

3. Колосов С.П., Булеков В.П., Савостьянов В.В., Соболев Л.Б. Современные методы анализа переходных процессов в электрических цепях авиационных устройств: учеб.пособие / С.П. Колосов [и др.]; МАИ им. С.Орджоникидзе. — М.: МАИ, 1980. — 64 с.: ил.

4. Алексеев О.В., Головков А.А., Пивоваров И.Ю., Чавка Г.Г. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000. – 479 с.: ил.

5. Васильева Н.С., Корнилов А.Б. Определение параметров модели учебно-исследовательского стенда // 16-ая международная конференция «Авиация и космонавтика – 2017». Москва, МАИ, 2017.

Электромагнитный редуктор для авиационных электромеханизмов

Каримов Д.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Афанасьев А.Ю.
КНИТУ-КАИ, Казань
karimov.dinar99@yandex.ru

Синхронные магнитные и электромагнитные механизмы являются перспективной альтернативой для механических передач. Для них характерна передача момента не через механический контакт, а посредством сил, возникающих при прохождении магнитного поля через элементы магнитного устройства. Главной отличительной особенностью магнитных передач является отсутствие трения между элементами передачи, что обеспечивает высокий КПД, отсутствие износа и снижение уровня шума.

Однако он имеет сложную конструкцию и невысокие обороты из-за консольного размещения цилиндров, а также малую надежность.

Также известен электромагнитный редуктор [1]. Он допускает изменение передаточного отношения при одновременно простой конструкции. В редукторе, который состоит из статора с обмоткой, подключаемой к источнику напряжения через преобразователь частоты, и двух роторов, которые установлены на входном и выходном валах. Статорная обмотка размещена в пазах статора и образует полюса, первый ротор расположен коаксиально со статором. Второй ротор размещён внутри первого, изготовлен в виде зубчатого магнитопровода с числом зубцов $z2 = (z1 – p1)$, где $z1$ – число зубцов первого ротора; $p1$ – число пар полюсов статорной обмотки.

Недостатками этого редуктора являются низкая скорость магнитного поля с большим моментом, что в свою очередь приводит к большим электрическим потерям в меди, и довольно невысокие показатели.

Указанных недостатков удалось избежать в синхронном электродвигателе с магнитной редукцией [2], имеющем простую конструкцию и улучшенные энергетические характеристики. Он содержит два кольца пакета статора. На первом кольце имеются шесть зубцов с коронками и с катушками, а на втором кольце имеются выступы. Четыре постоянных магнита размещены роторе быстрого вращения.

Данный двигатель не может изменять передаточное число редуктора и регулировать частоту вращения выходного вала.

Предлагаемое нами техническое решение имеет хорошие энергетические показатели [3]. Электромагнитный редуктор имеет два магнитопровода. Первый размещён на первом щите и

имеет клиновидные выступы, второй магнитопровод имеет зубцы и многофазную обмотку, на корпусе установлены диски статора, которые имеют ферромагнитные секторы, которые разделены секторами из немагнитного материала. На тихоходном валу размещены диски ротора, имеющие магнитные сектора, число zc ферромагнитных элементов диска статора и число zp однополярных секторов диска ротора связаны равенством $zc = zp \pm p$, где p – число пар полюсов обмотки.

Момент быстроходного вала меньше входного момента, приложенного к валу, в несколько раз. Соответственно масса меди обмотки и мощность потерь, выделяемая в ней, значительно меньше, чем в случае электромагнитного редуктора по патенту [1], где дополнительная скорость и мощность добавляются на стороне тихоходного вала и большого момента. Предлагаемый редуктор целесообразно использовать в авиационном электроприводе в качестве передаточного механизма с регулируемым коэффициентом редукции благодаря большому ресурсу работы и высоким энергетическим показателям.

Список литературы:

1. Афанасьев А.А., Чихняев В.А. Электромагнитный редуктор. Патент РФ 2529422, МПК H02K 16/02, H02K 51/00. Опубл. 27.09.2014, Бюл. № 27.

2. Афанасьев А.Ю., Берёзов Н.А., Макаров А.В., Сиразетдинов Р.Т., Деваев В.М. Синхронный электродвигатель с магнитной редукцией. Патент РФ 2588599. МПК H02K 19/06, H02K 49/06. Опубл. 10.07.2016, Бюл. № 19.

3. Афанасьев А.Ю., Афанасьев А.А., Каримов Д.Р. Электромагнитный редуктор. Заявка на патент РФ 2019120862 30.01.2020.

Исследование оптимального способа стабилизации частоты вращения коллекторных электродвигателей малой мощности

Каршиев Н.Т.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.
МАИ, Москва
smeshno96@gmail.com

Коллекторные электродвигатели широко используются и находят применение во многих профессиональных областях в качестве приводов. Управление двигателями постоянного тока является актуальным вопросом, потому как в некоторых областях таким двигателям нет равных по дешевизне.

Для удовлетворения потребностей пользователей необходимо управлять приводами в широком диапазоне скоростей и стабилизировать частоту вращения в широком диапазоне нагрузок в реальном времени, что, в свою очередь, является невозможным, используя лишь примитивную схемотехнику.

Первоначально проведен обзор схемотехнических решений и методов управления электродвигателями. На его основе предложено использовать электрическую схему с H-мостом и комплиментарными полевыми транзисторами. Такая реализация позволяет добиться 100% коэффициента заполнения ШИМ, что невозможно при использовании специальных драйверов силовых транзисторов, а также удешевляет устройство и облегчает задачу реверса.

В качестве концепции для построения системы управления рассмотрены методы стабилизации по прямым и косвенным показателям. Среди преимуществ первого решения можно выделить высокую точность стабилизации частоты вращения пропорционально нагрузке, контроль останова, простая схемотехническая реализация. Значительным недостатком являются: высокая сложность кода программы, что ведет к увеличению времени на разработку, и особые требования к техническим возможностям микроконтроллера.

В свою очередь, второй метод значительно проще реализуется программно, но требует дополнительного измерительного узла, включающего токовый шунт, операционный усилитель и его обвязку. Среди недостатков, в том числе, и невозможность стабилизации частоты вращения на низких скоростях (до 1000 об/мин) из-за крайне маленького тока потребления.

Анализ доступных в продаже микроконтроллеров показал, что наиболее рациональным для выбранного метода управления является использование 8-битных микроконтроллеров производства STMicroelectronics серии STM8S003 из-за их дешевизны и богатого периферийного функционала, поэтому программа управления создана на языке СИ в среде IAR Embedded Workbench.

Разработаны структурная и принципиальная электрическая схемы. Основными блоками выделены: система управления в виде микроконтроллера с «зашитой» в него программой, блок измерения тока, силовой коммутатор в виде Н-моста, преобразователь напряжения для питания низковольтной цепи.

Разработка ПО велась итерационно с контролем на нагрузочном стене.

По итогам работы разработано ПО, реализующее управление коллекторным двигателем, используя оптимальный метод стабилизации частоты вращения на основе показаний тока потребления, выделены необходимые структурные блоки, сформулированы рекомендации исходя из опыта проектирования данной системы.

Компенсирующие устройства систем электроснабжения (СЭС)

Каюмов А.И., Халитов Т.М., Каримов Д.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
kayumov.ainur98@mail.ru

При выборе электрооборудования должны быть приняты следующие меры:

– выбор рационального напряжения для питания электроприемников;

– расчет влияния отклонения напряжения на работу потребителей;

– мероприятия по ограничению солевого потока асинхронных двигателей;

– применение различных технических устройств для улучшения электроснабжения посредством воздействия на потребление и выработку реактивной мощности;

– расчеты компенсирующих устройств. Для каждой ступени определяется емкость и местоположение устройств компенсации реактивной мощности.

Большинство электроприемников переменного тока потребляют из сети реактивную мощность, для выработки которой не требуется затрачивать никакой энергии, но она создает условия, при которой активная энергия совершает работу.

Минусами передачи большой реактивной мощности по линиям и через трансформаторы являются:

– увеличение потерь активной мощности;

– потери напряжения, которые обусловлены реактивной мощностью;

– ухудшение пропускной способности СЭС и трансформаторов;

– необходимость увеличения поперечного сечения проводов.

Компенсация реактивной мощности на производстве осуществляется с помощью оборудования различными устройствами, генерирующими реактивную мощность (синхронные электродвигатели, статические источники реактивной мощности (ИРМ), конденсаторные установки (КУ)).

Синхронные двигатели применяются для электроприводов механизмов с длительным режимом работы. Такие двигатели выпускаются с $\cos\varphi \approx 0{,}9$ и могут длительно работать в режиме создания реактивной мощности.

Применение мощных электроприемников, таких как сталеплавильные печи, вентильно-преобразовательные установки привело к созданию статических ИРМ, основанных на индуктивных или емкостных накопителях энергии и устройствах искусственной коммутации тиристора.

Самыми распространенными устройствами компенсации реактивной мощности на предприятиях стали конденсаторные установки. Плюсы таких устройств: возможность варьирования мощности в зависимости от необходимости, простота производства, малые потери активной мощности, устанавливается в относительно сухом месте, подключение к

любой точке электрической цепи. КУ могут устанавливаться непосредственно к зажимам электроприемника (индивидуальная компенсация), к распределительным шкафам или шинопроводам (групповая компенсация), в распределительном устройстве низшего напряжения или на магистральном шинопроводе (централизованная компенсация).

Список литературы:

1. Бойназаров Б.Б., Шерматов Б.А., Неъматов Ш.М. Методы расчета потерь мощности в электрических сетях. 2019. Часть 2. С. 79-84.

2. Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование промышленных предприятий: Учебное пособие. М.: КНОРУС. 2011. 363 с.

3. И.П. Крючков, Б.Н. Неклепаев, В.А. Старшинов Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования. М.: Академия. 2005. 414 с.

Исследование светотехнических свойств люминофорных композиций для светодиодов белого цвета свечения

Кожокару Д.В., Ганская Е.С.
Научный руководитель — доцент, Солдаткин В.С.
ТУСУР, Томск
dasha.kozhokaru@mail.ru

Светодиодные источники света в сравнении с традиционными лампами имеют ряд преимуществ, таких как высокая световая отдача, длительный срок службы. Высокий индекс цветопередачи светодиодных источников света необходим для работы на МКС для того, чтобы у космонавтов не портилось зрение, чтобы обеспечить комфортный световой климат на станции, чтобы освещение не вызывало раздражения, т.к. люди могут находиться там годами, создавая глазам огромную нагрузку.

У светодиодных источников света существует недостаток, связанный с низким индексом цветопередачи.

Индекс цветопередачи CRI (относительные единицы) – это понятие, которое характеризует влияние спектрального состава излучения источника на зрительное восприятие цветных объектов по сравнению с восприятием их при освещении стандартным источником света.

Идеальное значение индекса цветопередачи =100 (у солнечного света). Наиболее близкие значения имеют лампы накаливания. Основным преимуществом светодиодов является возможность задавать необходимый спектр светодиода в технологическом процессе его производства за счёт изменения концентраций люминофоров в композиции.

После проведения исследований открывается возможность повысить индекс цветопередачи.

Цель данной работы – выбор типов люминофоров и их концентрации в люминофорной композиции для повышения индекса цветопередачи.

Для осуществления монтажа светодиода требуется выполнение определенных действий:

- Подготовка рамок с корпусами (SMD5050) и кристаллов (750×250 мкм), приготовление клея;
- Нанесение клея в корпус СД толщиной 30 мкм и установка кристаллов на клей;
- Сушка клея в печи при температуре 100 ºС в течение часа;
- Сварка контактов кристалла и корпуса проволокой диаметром 30 мкм;
- Проверка работоспособности заготовки СД.

Методика эксперимента: Для выбора наиболее оптимальных концентраций люминофора в композиции для повышения индекса цветопередачи необходимо залить заготовки СД с разными типами и концентрациями люминофора в композиции.

Установка для проведения комплекса испытаний противометеоритной защиты

Копылов Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Томилин М.М.
МАИ, Москва
kev1204@yandex.ru

При эксплуатации космических аппаратов существует угроза столкновения с ними различных космических тел, способных развивать скорости до 30 км/с, что представляет серьёзную опасность. В связи с ростом "загрязнения" космического пространства данная проблема приобретает всё большую актуальность в настоящее время. Поэтому создание установок для противометеоритной защиты- важная задача.

В настоящей работе предложен вариант установки для проведения комплекса испытаний по противометеоритной защите на основе линейного ускорителя масс. Данный тип установки выбран из-за того, что технические характеристики такого устройства дают возможность имитации движения малых объектов, таких как космический мусор и небольшие метеориты, на скоростях, близких к натурным условиям, при проведении модельных испытаний. Такой вывод подтверждается математическим моделированием в системах компьютерной алгебры MathCAD и MATLAB.

Безусловным преимуществом ускорителя является его уникальное свойство, не присущее никаким иным видам установок, а именно, — возможность разгонять тела до скоростей, близких к космическим. При использовании подобного устройства можно решить ряд важных проблем, связанных с созданием противометеоритных экранов, что в дальнейшем приведёт к минимизации ущерба, приносимого космическим аппаратам при столкновении с различными космическими телами.

Поскольку полный потенциал электромагнитного ускорителя в настоящее время ещё не раскрыт, его использование как средства испытаний даст возможность параллельно исследовать и его свойства, что позволит в дальнейшем найти для него применение в других научных отраслях.

Новая конструктивная схема ротора основного каскада для высокооборотного авиационного синхронного генератора повышенной мощности

Коренчук К.Ю., Кондрашов Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Зечихин Б.С.
АО «УАПО», холдинг «Технодинамика», Москва
kirill.korenchuk@bk.ru

Важнейшим направлением в развитии авиационных систем электроснабжения является усовершенствование первичных источников тока на основе высокооборотных бесконтактных трехкаскадных синхронных генераторов с электромагнитным возбуждением. Такие бесконтактные (бесщеточные) трехфазные генераторы состоят из трех электрических машин, установленных на одном валу: основного генератора; обращенного возбудителя с блоком вращающегося выпрямителя и подвозбудителя, который выполнен как магнитоэлектрический генератор [1].

Последние годы, из-за предела технологического усовершенствования, не удается повысить максимальный уровень единичной мощности авиационного синхронного генератора, который на момент 2020 года составляет 250 кВА.

При разработке генераторов данного типа для достижения высоких массоэнергетических показателей закладываются предельно допустимые значения параметров: частота вращения вала, предел прочности, электромагнитные и тепловые нагрузки. Увеличение частоты вращения вала и его осевой длины способствует снижению массы электрической машины и

увеличению её мощности, однако накладывает ряд ограничений, в виде появления критических частот в рабочем диапазоне вращения, а также уменьшения механической прочности вала и ротора [2].

Преодолеть вышеперечисленные ограничения и повысить максимальный уровень единичной мощности призвана новая конструктивная схема основного генератора, в которой ротор представлен в виде стального массива с шихтованной обоймой из градиентного материала. Благодаря специальной термической обработки на обоймах данного типа формируют немагнитные зоны необходимой геометрии [3], [4].

В настоящее время разработана аналитическая методика расчета авиационных синхронных генераторов с конструктивной схемой нового типа. Данная методика является начальным этапом в проектировании новых авиационных синхронных генераторов предельной мощности. Она позволяет определить реальную геометрию активной зоны основного генератора для последующих этапов разработки.

Список литературы:

1. В. А. Калий, А. С. Щупаков. Совмещённая численная модель основного генератора и возбудителя авиационного синхронного генератора с электромагнитным возбуждением// Вестник УГАТУ. 2016. Т. 20. №4 (74). С. 80-83.

2. Коренчук К.Ю. Новая конструктивная схема ротора основного каскада для авиационного синхронного генератора// XLV Международная молодёжная научная конференция «Гагаринские чтения – 2019». Москва. Сборник тезисов докладов, – М.: МАИ, 2019. С. 460 – 461.

3. Патент РФ № 2008147083/09, 01.12.2008. Ротор высокооборотной электрической машины// Патент России № 2382472 C1 2008. / Лившиц Э.Я., Хабаров В.А., Левин А.В., [и др.].

4. B.S. Zechihin; R.Yu. Misyutin; S.V. Zhuravlev; K.Yu. Korenchuk. Investigation of the mechanical strength of a magnetic-non-magnetic sleeve of a permanent magnet generator// 2019 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems (ICOECS). Ufa, Russia, 21-25 Oct. 2019.

Расчёт реакции электрической цепи во временной области с помощью математического программного обеспечения

Куликовский Е.А.
Научный руководитель — к.т.н. Корнилов А.Б.
МАИ, Москва
leopard205@mail.ru

Для расчета электрической цепи могут использоваться аналитические и численные методы расчета. Первые методы чаще всего проводятся вручную, в то время как численные методы реализуются в виде программ и алгоритмах на компьютерах. Существующие симулирующие работу электрической схемы программы используют подобные алгоритмы. Однако, например, в учебных целях, их функционал, объем и требуемый уровень подготовки пользователя избыточен. Можно воспользоваться известными из курса машинного расчета цепей алгоритмами для нахождения реакции цепи с помощью математических программ.

Существуют различные методы расчёта электрических цепей. в том числе применимые для расчёта переходных процессов. Один из них расчёт переходных процессов электрических цепей методом переменных состояния, который предполагает: составление по законам Кирхгофа и уравнениям отдельных элементов цепей единой системы дифференциальных уравнений; аппроксимацию уравнений состояния на каждом шаге расчета разностными уравнениями; численное решение полученных систем разностных уравнений.

Такая последовательность расчета эффективна для цепей невысокой размерности с преимущественно линейными двухполюсными элементами. Уравнения состояния формируются вручную или на компьютере по сравнительно простым алгоритмам. Основные трудности заключаются в численном решении уравнений состояния. С ростом сложности цепей ручное формирование уравнений исключается и вопросы эффективности

автоматического создания уравнений начинают играть роль соизмеримую с вопросами последующего их решения.

При машинном расчете сложных электрических цепей предпочтение отдается такому пути, в котором процедура формирования уравнений наиболее проста и согласована с последующим их численным решением. Этапы такого расчета: аппроксимация дифференциальных уравнений отдельных элементов цепей разностными уравнениями для резистивных схем замещения; формирование на каждом шаге расчета систем алгебраических уравнений; последовательное решение получаемых систем алгебраических уравнений.

Рассмотрен вопрос реакции цепи при коммутационных воздействиях. Для схемы, хранящейся в памяти создается разностной аналог, который итерационно рассчитывается до получения установившихся значений. Применены различные разностные модели, проведен их расчет и анализ по нескольких критериям.

Список литературы:

1. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: учеб. пособие. 7-е изд. – Спб.: Лань, 2009. – 592 с.: ил.

2. Чуа Л., Пен-Мин Лин. Машинный анализ электронных схем: Алгоритмы и вычислительные методы / Пер с англ. – М.: Энергия, 1980.

3. Демирчян К.С., Бутурин П.А. Моделирование и машинный расчет электрических цепей: учеб. пособие для электротехн. и электроэнерг. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1988. 335 с.: ил.

4. Алексеев О.В., Головков А.А., Пивоваров И.Ю., Чавка Г.Г. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000. – 479 с.: ил.

5. Васильева Н.С., Корнилов А.Б. Определение параметров модели учебно-исследовательского стенда // 16-ая международная конференция «Авиация и космонавтика – 2017». Москва, МАИ, 2017.

Перспективы использования геотермальных источников в России

Латипов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
latipov.aidar@mail.ru

Россия славится большими запасами геотермальных ресурсов, хотя не входит даже в первую шестерку производителей тепловой и электрической энергии из геотермальных источников. По данным исследований, запасы геотермальной энергии доступных для освоения превышают более 10 раз запасы органического топлива. Значительные запасы геотермальных вод сосредоточены в Западной Сибири. В этом районе под землей находится подземная термальная вода с площадью 3 млн. кв. м. со средней температурой 80 градусов. Такие подземные моря горячей воды находятся в Дагестане, Чечне, Краснодарском и Ставропольском краях, Закавказье, на Камчатке и других регионах России. За счет инсоляции тепловые ресурсы верхних слоев Земли, в частности до глубины 100-200 м, ежегодно возобновляемые.

Россия имеет в своем активе более 4000 пробуренных скважин, а также более 70 термальных месторождений. Самыми перспективными и экономическими эффективными районами являются части Курильского, Северо-Кавказского и Западно-Сибирского регионов.

Самыми распространенными в России являются геотермальные месторождения с температурой воды от 90 до 180 градусов. Детальному изучению подверглись месторождения с глубиной до 5000 метров на Северном Кавказе с температурой от 70 градусов. В этих регионах уже давно используют геотермальные ресурсы для теплоснабжения и систем горячего водоснабжения.

Курильские острова также богаты ресурсами тепла. На острове Итуруп обнаружено столько двухфазного геотермального теплоносителя, мощность которого вполне достаточно для удовлетворения энергопотребностей жителей этого региона в ближайшие несколько сотен лет.

Тепловой ресурс камчатских геотермальных вод, согласно данным института вулканологии Дальневосточного отделения РАН, оценивается в 5000 МВт. Эти ресурсы дают возможность обеспечивать регион электричеством и теплом в ближайшие 100 лет. Мутоновское месторождение является самым крупным геотермальным месторождением на Камчатке. Здесь также большими запасами обладают Большое Банное, Кошелевское и Киреунское месторождения. На сегодняшний день на Камчатке более 40% потребляемой энергии получают с помощью геотермальных источников.

В соответствии с Энергетической стратегией России доля децентрализованного теплоснабжения должно было вырастить до 33% в 2020 г.

Особенности асинхронизированного синхронного генератора

Логинов Н.А., Латипов А.А.
КНИТУ КАИ, Казань
LNA42@mail.ru

Главной проблемой ветроэлектростанций является получение электроэнергии требуемого качества. Амплитуда и частота — параметры генерируемого электричества зависят от постоянно изменяемой скорости и направления ветра. Ветрогенераторы должны обладать способностью поддерживать требуемые параметры при различных скоростях ветра. Система стабилизации выходного напряжения решает эту проблему. Поэтому выбор типа генератора является одним из самых важных вопросов.

Есть несколько типов генераторов, использующих в ветроэнергетических установках (ВЭУ): асинхронные генераторы, генераторы постоянного тока, синхронные генераторы и асинхронизированные синхронные генераторы (машины двойного питания). За последние несколько лет машина двойного питания стала весьма популярным в мире. Ветрогенератор на основе машины двойного питания похож на асинхронный генератор с фазным ротором, но имеющий другой способ соединения к сети. Обмотку ротора подключают к сети через преобразователь, а обмотку статора напрямую в сеть.

Можно выделить основные особенности данного типа генератора, благодаря которым он стал наиболее используемым и эффективным генератором для ВЭС. Это возможность функционирования в широком диапазоне частоты вращения ротора и способность управлять потоками реактивной мощности по цепи возбуждения. Здесь проходит наименьшая мощность, что существенно влияет на стоимости и габаритах электронного преобразователя. В большинстве европейских стран делают выбор в пользу генераторов двойного питания, которые имеет долю более 80% от установленной мощности ветрогенераторов во всем мире. Но наличие щеточного контакта в генераторе является большим недостатком, требующий внимательного технического обслуживания для надёжной работы ветроустановки.

В мире есть две большие компании ABB и Siemens, которые наладили серийное производство машин двойного питания для ветроустановок большой мощности. В компании ABB сейчас имеются АСГ мощностью до 3,6 МВт с воздушным и жидкостным охлаждением с КПД 97,5%. Компания Siemens имеет большую линейку этого типа генератора с мощностью до 10 МВт с КПД более 97%. Известно то, что генераторы этой компании имеют два типа охлаждения. Воздушный тип охлаждения применяется для генераторов с мощностью меньше 1,25 МВт, а для генераторов свыше 1,25 МВт применяется водяное охлаждение.

Сверхпроводниковый выпрямитель на основе ВТСП-ленты

Логутов В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ильясов Р.И.
МАИ, Москва
logutovvova@gmail.com

В настоящее время существует необходимость использования в авиации системы электродвижения. Перспективный вариант этой схемы состоит из множества элементов генерирования и передачи электроэнергии от первичного источника к электроприводу

воздушных винтов. Главным критерием оценки эффективности является произведение коэффициентов полезного действия каждого элемента. Значительно повысить КПД системы позволяет применение сверхпроводниковых компонентов: первичного генератора, кабеля, тягового привода – вышеперечисленные компоненты хорошо изучены.

Для повышения КПД всей системы необходимо увеличение эффективности прочих составляющих, в частности, статических преобразователей. В составе системы электродвижения, как минимум, два силовых преобразователя – выпрямитель и инвертор. Традиционные полупроводниковые устройства хоть и имеют относительно высокую эффективность, существенно снижают общий КПД системы.

Выпрямитель – преобразователь электрического тока из переменного в постоянный. В основе традиционных преобразователей могут лежать следующие базовые элементы: электрические машины, кенотроны, ртутные лампы и полупроводниковые элементы. В настоящий момент наибольшее распространение получили полупроводниковые преобразователи.

Такие устройства имеют тепловыделение, прямо пропорциональное квадрату протекающего тока, и нуждаются в дополнительном охлаждении. Это, а также регламентированный допустимый диапазон рабочих температур полупроводников не позволяют использовать подобные выпрямители в общем криостате со сверхпроводниковыми элементам. Размещение полупроводниковых устройств вне общего криостата также затруднено из-за обязательного наличия токовводов, приводящих к увеличению теплопритоков внутрь холодной зоны. И, как следствие, увеличению мощности требуемой системы замкнутого криогенного обеспечения, что существенно сказывается на её размерах и массе.

Один из вариантов решения проблемы – применение электрического преобразователя на основе высокотемпературной сверхпроводниковой ленты второго поколения. В настоящее время ведётся поиск принципиальной схемы и конструктивного решения для сверхпроводникового выпрямителя. Теоретическая основа исследования – известный эффект существенного снижения величины критического тока в ВТСП 2-го поколения при его нахождении в магнитном поле.

Список литературы:

1. М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский. Электрические машины. Часть первая. Машины постоянного тока, трансформаторы. Издательство «Энергия», 1964, 544 с.

2. П.М. Тихомиров. Расчёт трансформаторов: учебное пособие для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. Издательство «Энергоатомиздат», 1986, 528 с.

Исследования двунаправленной передачи энергии в DC-DC преобразователях

Любимов Ю.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Машуков Е.В.
МАИ, Москва
yuralub99@yandex.ru

Вследствие повышения энерговооруженности самолётов нового поколения к ним предъявляется ряд новых требований по экологичности и топливной эффективности, а также по снижению стоимости обслуживания. Это требует разработки новых подходов к построению энергетической системы самолёта.

Одно из перспективных направлений по решению этих вопросов – полностью электрифицированный самолёт (ПЭС).

Возможность создания такого самолёта обусловлена развитием силовой электроники и микропроцессорной техники. В настоящее время существуют самолёты, на которых уже частично реализованы многие концепции ПЭС.

Повышение уровня электрификации, неизбежно ведет к повышению мощности источников электроэнергии и системы электроснабжения (СЭС) в целом. Расчёты показали, что мощность СЭС ПЭС должна быть в два-три раза больше чем у современных самолётов.

Мощность одного канала генерирования может достигать 300 кВт, а мощность всей СЭС 1,5 МВт.

На данный момент наиболее перспективной для ПЭС считается комбинированная СЭС переменно-постоянного тока с первичными подсистемами трехфазного переменного тока переменной частоты и постоянного тока под напряжением 270 В.

В связи с этим в последние два десятилетия в России и за рубежом активно ведутся работы по созданию нового поколения бортовых статических преобразователей электроэнергии на основе современных компонентов, удовлетворяющим следующим требованиям:

– минимальная масса и размеры
– минимум тепловых потерь и помех излучений
– ремонтопригодность и живучесть.

Для получения улучшенных показателей работы системы электроснабжения предлагается использовать обратимый конвертор, который способен преобразовывать 27 В в 270 В, а также 270 В в 27 В. Это приведет к повышению надежности и уменьшение массы СЭС.

В связи с этими исследование двунаправленной передачи энергии в DC-DC преобразователях является актуальной задачей.

Проектирование светодиодной лампы для мультимедийного проектора

Максименко А.А., Егорова Е.Л., Хвалёва О.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Солдаткин В.С.
ТУСУР, Томск
alex_m_1910@mail.ru

Множество технологий, применяемых для производства проекторов, вызывает проблему выбора. Покупатели, рассчитывающие приобрести проектор, редко понимают, чего именно хотят, что часто приводит к ошибкам при выборе. Сегодня самыми распространёнными источниками света в проекторах являются газоразрядные лампы высокого давления. И именно эти лампы признаны слабым местом основной массы современных проекторов, так как большинство из них требуют замены через 2000 – 4000 (в редких случаях 10000) часов работы.

Заменой газоразрядным лампам, которые появились ещё в начале предыдущего века, стали светодиоды и лазеры. Каждый из этих источников обладает длительной работой. Фактически, и светодиоды, и лазеры способны гарантировать не меньше 18 000 часов работы, а в ряде случаев работают дольше. Кроме того, светодиодные и лазерные проекторы дают возможность уменьшить минимальное расстояние до экрана. К большим превосходствам лазерных проекторов перед остальными видами причисляется высокое качество изображения и отсутствие «привередливости» к поверхности, на которую проецируется изображение. Но они обладают высокой стоимостью.

Цель данной работы заключается в создание макета светодиодной лампы для мультимедийного проектора.

Задачей этапа является анализ и выбор светодиодов, светотехнические и тепловые расчёты, расчёт и разработка печатной платы.

Практической значимостью является то, что разработанный макет светодиодной лампы для мультимедийного проектора будет иметь характеристики, превосходящими аналоги на рынке. В процессе проведения исследований лампа будет дорабатываться, затем планируется подача заявки на патент на полезную модель и участие в программах УМНИК и/или СТАРТ.

Научной новизной является то, что в лаборатории ГПО каф. РЭТЭМ есть полный технологический цикл сборки макетов светодиодов, в том числе приготовления люминофорной композиции с нужным спектром излучения.

Трансформатор для трансформаторно-выпрямительных устройств нового поколения

Меднов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Рогинская Л.Э.
УГАТУ, Уфа
mednov@spartak.ru

Перспективные материалы постепенно внедряются в различные существующие конструктивные элементы. Одним из таких материалов является аморфная сталь, получаемая путем моментального охлаждения расплавленной массы. Благодаря быстрому охлаждению материал не успевает кристаллизоваться и приобретает аморфную структуру. Такая структура стали позволяет снизить потери на гистерезис и вихревые токи в 5-6 раз, повысить прочность материала в 5-10 раз [1,2]. Однако существует в этих материалах один важный недостаток – низкая индукция насыщения. Для большинства аморфных сталей данный показатель составляет не более 1,5 Тл. Ещё одним недостатком аморфных сталей является плотность материала. Для сравнения, плотность холоднокатаных электротехнических сталей выше на 1-2%, что в итоге сказывается на коэффициенте заполнения сталью пакетов магнитопроводов электрических машин. Так, при использовании аморфных сталей данный коэффициент не превышает 0,85, а для лучших электротехнических сталей он может доходить до 0,95 [3]. Этот факт затрудняет использование магнитопроводов из данных материалов, так как он является причиной повышения массогабаритных показателей.

Воспользоваться эффективностью данного материала возможно как путём повышения плотности тока в обмотках электрических машин, применяя при этом более термостойкий эмальпровод, так и использованием гибридной конструкции магнитной системы. Оба варианта конструкции были исследованы с целью определения перспектив применения подобных видов магнитных систем в системах генерирования, передачи и распределения электроэнергии на бортах летательных аппаратов. Для решения поставленных задач на кафедре электромеханики Уфимского государственного авиационного технического университета проведен комплекс мероприятий по созданию макетных образцов трансформаторов с магнитопроводами из аморфной стали и гибридной конструкции для трансформаторно-выпрямительных устройств (ТВУ).

Данный трансформатор для ТВУ преобразует уровень напряжения в системе электроснабжения летательного аппарата до уровня напряжения потребителя электрической энергии, а именно, является элементом для создания системы электроснабжения постоянного тока. В составной части трансформатора — магнитопроводе, предназначенном для концентрации и проведения магнитного потока, возникают потери, которые выделяются в виде тепловой энергии. Ввиду больших потерь эффективность трансформатора остается низкой, а температура его составных частей высокой. Большие температуры негативно сказываются и на сроке службы изоляции. Магнитопровод из аморфной стали позволяет минимизировать данный вид потерь, тем самым повышая КПД трансформатора, снижая стоимость его эксплуатации, увеличивая срок службы.

Из созданных вариантов трансформаторов первый вариант магнитной системы был выполнен с использованием только стали марки 1 СР, второй сочетал в себе 1СР и прецизионный сплав с высокой индукцией насыщения 49К2ФА. По результатам создания макетных образцов удалось добиться приемлемых значений температур во всех режимах работы, снизив при этом потери холостого хода в магнитопроводе для первой конструкции в 5 раз, а для второй в 1,5-3 раза при частоте питающей сети от 360 до 800 Гц. Стоит отметить, что в гибридной конструкции магнитопровода возможно более глубокое регулирование электромагнитных параметров путём изменения частотного диапазона, чем в аморфных магнитных системах.

Таким образом, одним из перспективных способов повысить энергетические характеристики ТВУ является применение в качестве материала магнитной системы аморфных сплавов, позволяющих снизить потери электроэнергии, повысить КПД

электроустановок, увеличить прочность и тем самым надежность конструкции. Для более глубокого регулирования электромагнитных параметров в электроэнергетической системе перспективным является применение гибридной конструкции, где при режимах работы на малых напряженностях магнитного поля в магнитопроводе наблюдаются низкие потери электроэнергии, а при увеличении напряженности повышается эффективность магнитной системы благодаря задействованному прецизионному сплаву.

Список литературы:

1. Еремин И.В., Тихонов А.И, Попов Г.В. Проектирование силовых трансформаторов с сердечником из аморфной стали / ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2014. – 84 с.

2. Золотухин, И.В. Физические свойства аморфных металлических материалов / И.В. Золотухин. – М.: Металлургия, 1986. – 176 с.

3. Тихомиров, П.М. Расчет трансформаторов: учеб. пособ. для вузов / П.М. Тихомиров. – М.: URSS, 2014. – 528 с.

Применение графена в качестве проводящего слоя для проводов нового поколения

Морозов Д.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Афанасьев А.Ю.
КНИТУ-КАИ, Казань
morozov-d97@mail.ru

В настоящее время на воздушных линиях электропередач (ЛЭП) используются алюминиевые провода, скрученные из нескольких нитей и, в некоторых случаях, армированные стальными волокнами. Медь также является распространенной и используется при более низких напряжениях или для заземления, но применяется реже по сравнению с алюминием, который является более легким и стоит намного меньше. Однако запасы меди и алюминия в природе не безграничны, и необходимо искать иные решения для производства проводов нового поколения. Отличными проводящими и прочностными свойствами обладает «материал будущего» — графен, который позволит создавать провода с улучшенными характеристиками.

Графен — это аллотропная модификация углерода, в которой атомы образуют двумерную гексагональную кристаллическую решетку толщиной всего лишь в один атом. Графен – это самый прочный из известных на данный момент материалов. По этому параметру он в 200 раз превосходит сталь. Более того, тот факт, что углерод графена легче алюминия в 2,2 раза и в 5 раз легче меди — является отличной предпосылкой для его применения на летательных аппаратах, где общий вес медных проводов достигает нескольких тонн.

Графеновые провода имеют структуру из трех слоев: в качестве центрального диэлектрического волокна используются полипропилен, полиуретан и другие материалы, на которые наносится проводящий графеновый слой и защитная изолирующая оболочка.

Графен имеет отличную теплопроводность – 5 кВт/м·К. Коэффициент теплопроводности двумерного углерода в 10 раз больше коэффициента меди. Более того, благодаря малому удельному электрическому сопротивлению (1,12 · 10-8Ом·м – для графена, 2,7·10-8Ом·м – для алюминия, 1,72·10-8Ом·м — для меди) графен имеет незначительные потери.

Таким образом, графен — это отличный материал, который значительно улучшит технико-экономические показатели кабельной продукции, упростит монтаж воздушных линий электропередач и станет отличной заменой традиционным материалам, применяемым для передачи электрической энергии. Применение графена в электрооборудовании авиакосмической техники позволит уменьшить массу летательного аппарата и повысить его полезную грузоподъемность.

Список литературы:

1. Патент RU 2574528 «Графеновый электропровод и способ его изготовления».

2. С.П. Губин, С.В.Ткачев. Графен и родственные наноформы углерода. 3-е изд.-М.: ЛЕНАНД, 2014. — 101 с.

Исследование принципов построения аэродромной электроэнергетической установки

Новикова М.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Машуков Е.В.
МАИ, Москва
maheinova@mail.ru

Электрическая и электронная аппаратура широко используется во всех сферах деятельности человека. Широкое распространение электрической аппаратуры определяет большой объем технических, эксплуатационных и экономических требований как к ней самой, так и к её составным узлам и устройствам. Одним из таких устройств, входящих практически во все виды электрической аппаратуры, является источник электропитания.

Согласно государственным стандартам, источник электропитания (ИЭП) — устройство, преобразующее поступающие от системы электроснабжения в электрической аппаратуре напряжения и тока до оговорённых в технической документации номиналом, показателей стабильности и надёжности.

С целью обеспечения наземного обслуживания бортового оборудования современных и перспективных воздушных судов государственной авиации на базовых и оперативных аэродромах воздушно-космических сил электрической энергией, мощностью не менее 40 кВт, используют аэродромные электроэнергетические установки. Дело в том, что с повальной электрификацией все большего числа узлов летательных аппаратов, требования к мощности постоянно возрастают, и, чтобы раскрыть эту тенденцию, взято на исследование устройство с мощностью 80-90 кВт (120 кВт).

За основу взяты ГОСТ 21128-83 и ГОСТ 18275-72, исследованы и проанализированы требования к уровням напряжения на различные виды техники, допустимые отклонения значений напряжения, а также вычислены и построены коридоры напряжений для постоянного тока, переменного однофазного и переменного трехфазного тока, где видно в каких интервалах установка будет работать без помех.

Проанализированы варианты вывода из входного блока аэродромной электроэнергетической установки постоянного напряжения 270 В и переменного напряжения 115 В, предложены структурные схемы входных блоков для двух вариантов напряжений.

Исследование системы гарантированного электропитания потребителей стартового комплекса

Петров И.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва
fankey1997@yandex.ru

В настоящее время актуальной проблемой является частые отказы системы гарант-ированного электропитания потребителей стартового комплекса, которые могут привести к сбоям в работе, а также к сокращению сроков службы и выходу оборудования из строя.

Система гарантированного электроснабжения должна обеспечивать:

• Гарантированное электропитание подключенных потребителей;

• Автоматический запуск дизель-генератора;

• Автоматическое переключение нагрузки с основной внешней сети электропитания на дизель-генератор и обратно.

С каждым годом потребители электрической энергии становятся более совершенными и поэтому необходимо постоянное обновление как теоретических, так и практических знаний.

Целью научно-исследовательской работы является рассмотрение и изучение системы гарантированного электропитания потребителей, а также приведение последовательности процессов работы гарантированного электропитания и технологического оборудования на стартовом комплексе для последующей оптимизации системы.

Задачи исследования заключаются в изучении существующих систем гарантированного электропитания потребителей стартового комплекса.

Объектом исследования является система гарантированного электропитания технологического оборудования на стартовом комплексе.

Предметом исследования является конфигурация системы гарантированного электропитания, обеспечивающая требуемую продолжительность работы.

Практическая значимость исследования заключается в предложении по модернизации системы гарантированного электропитания потребителей стартового комплекса для обеспечения запусков автоматических космических аппаратов и пилотируемых транспортных кораблей. Реализация предлагаемой доработки также позволит:

1) Увеличить мощность системы;

2) Увеличить продолжительность работы системы гарантированного электропитания в случае отключения электричества;

3) Снизить количество отказов системы.

Разработка генератора для автономной ветроэнергетической установки малой мощности

Пешков М.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Грибков С.В.
МАИ, Москва
maks-peshkov@mail.ru

В современном мире энергетика является основой развития базовых отраслей промышленности, определяющих прогресс общественного производства. Во всех промышленно развитых странах темпы развития энергетики опережали темпы развития других отраслей

Ветроэнергетическая отрасль переживает очередной период развития, как один из наиболее перспективных видов электроэнергетики, по причине того, что ветер является неограниченным ресурсом на планете, а также минимальном воздействии на окружающую среду, по сравнению с добычей и использованием традиционных энергетических ресурсов.

В настоящее время малые ветроэнергетические установки являются перспективным видом ветроэнергетики, так как на более половины территории суши среднегодовая скорость ветра составляет порядка 3-6 м/с, что является преимуществом таких установок, так как их основная задача – это выработка и накопление энергии при малых значениях скорости ветра.

Большая часть установок малой мощности работает на зарядку аккумулятора, поддерживая его в заряженном состоянии, а с аккумулятора в кратковременном режиме снимается мощность, которую можно используется для освещения, использования бытового оборудования или питания специальных потребителей.

Основной задачей в области малой ветроэнергетики малых мощностей является создание бесшумных всепогодных ветроустановок, способных работать при малых скоростях ветра.

В работе представлены результаты, полученные в ходе разработки генератора, входящего в состав автономной ветроэнергетической установки, обеспечивающей автономность специальных потребителей при малых скоростях ветра.

Аналитика электрических машин из композитных материалов

Подгузов А.А., Саяхов И.Ф.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Исмагилов Ф.Р.
УГАТУ, Уфа
kowa234@gmail.com

Одним из основных направлений развития авиационной отрасли является электрификация самолёта. Размещение большего количества электрических машин (ЭМ) на борту самолёта влечет более высокие требования к массогабаритным показателям самих ЭМ. Применение композитных материалов (КМ) в ЭМ позволяет не только уменьшить массу и габариты, но и сохранить на прежнем уровне выходные параметры ЭМ. Основной задачей применения КМ является снижение массогабаритных показателей. Для оценки эффективности ЭМ состоящих из КМ, исследованы две конструкции ЭМ: ЭМ с традиционными материалами (ЭМТМ), и ЭМ с композитными материалами (ЭМКМ).

В ЭМТМ магнитопровод статора выполнен из электротехнической стали марки 2411 с толщиной листа 0,27 мм. Обмотка выполнена из медно-никелевого провода с полиимдной изоляцией марки ПНЭТ имид. Бандажная оболочка ротора выполнена из Inconel 718. Постоянные магнитов выполнены из SmCo. Охлаждение осуществляется по каналам в корпусе ЭМ.

В ЭМКМ магнитная система ротора выполнена из полимерных постоянных магнитов (ППМ) марки MQ 1-12 [1]. При этом с целью компенсации низких магнитных характеристик ППМ, магнитная система ротора выполнена в виде массива Халбаха. Бандажная оболочка ротора выполнена из углеродного волокна [2]. Обмотка статора выполнена из углеродных нанотрубок (УНТ) [3], но ввиду их низкой электропроводности, была увеличена площадь поперечного сечения проводников. Магнитопровод статора выполнен из магнитомягкого порошкового КМ [4]. Теплоотвод осуществляется с применением трубок из КМ в пазах статора, по которым протекает хладагент [5].

Тепловой анализ выявил, что средние температуры в пазах в ЭМТМ на 7% выше чем в ЭМКМ. Это обусловлено высокой теплопроводностью обмоток из углеродных нанотрубок и жидкостному охлаждению с применением трубок из КМ в пазах статора. Из электромагнитного анализа выявлено, что средняя индукция в воздушном зазоре ЭМТМ ниже чем у ЭМКМ. Это вызвано использованием ППМ с низкими магнитными характеристиками. Потери в стали в ЭМТМ по сравнению с ЭМКМ – выше на 30%. Необходимо отметить, что представленные конструкции ЭМ выполнены в одинаковых габаритах, с одинаковым расходом охлаждающей жидкости.

На основе результатов электромагнитного и теплового расчетов было выявлено, что при использовании КМ в ЭМ, достигается снижение полной массы ЭМ на 42% Также из результатов расчетов установлено, что применение КМ в качестве обмоток статора позволяет более эффективно отводить тепловые потери. При этом ЭМ, состоящие из КМ обладают меньшим КПД на 4%, чем ЭМ с традиционными материалами. Как видно из результатов применение КМ незначительно ухудшает выходные характеристики ЭМ, однако позволяет существенно снизить массу ЭМ.

Магнитотерапевтическая установка на базе микроконтроллера ATmega128

Почашева Т.Е.
Научный руководитель — к.т.н. Шишов Д.М.
МАИ, Москва
tatianapochasheva@mail.ru

В последнее время в медицине широкое распространение получили методы неинвазивного воздействия на человеческий организм для лечения и профилактики различных заболеваний. Одним из таких активно развивающихся методов является магнитотерапия, которая основана на воздействии на организм человека магнитными полями. В развитии магнитобиологии и магнитотерапии большое значение имеют прогрессирующие изменения в диагностической технике, которая подтверждает факт обладания у магнитных полей биологической активности, лечебного и профилактического действия[1]. Развитие медицинской промышленности привело к созданию простых и надёжных устройств для действия магнитных полей с различными физическими параметрами.

Рассматриваемая магнитотерапевтическая установка (МТУ) оказывает влияние на пациента охватывающими и перемещающимися в пространстве магнитными полями, влияя на весь организм человека. Данная установка оказывает нетепловое, безболезненное действие, отличается высоким уровнем биотропности в сравнении с другими типами магнитотерапевтических устройств. А за счёт расширения функционала МТУ появится возможность увеличить спектр её применения. Главными составляющими аппарата являются блок управления и индуктор. Индуктор представляет собой три кольца соленоида, за счет которых магнитное поле охватывает всё тело пациента. Блок управления МТУ создаёт импульсы затухающего трёхфазного переменного магнитного поля с возможностью изменения следующих параметров: индукции и длительности воздействия. Отличительной особенность в установке является подбор максимальной индукции от 5 мТл до 40 мТл, что позволяет индивидуально подбирать индукцию даже детям и пожилым пациентам и избежать побочных эффектов.

Для расширения возможностей блока управления аппарата предлагается реализовать его с применением современного микроконтроллера из семейства AVR Atmega производства компании Microchip. С помощью трёхфазного генератора, который состоит из трёх одинаковых зарядно-разрядных контуров, происходит управление параметрами магнитных полей. А за счет импульсов необходимой длительности, которые генерируются микроконтроллером, совершается управление контурами. В результате чего можно изменять амплитудное значение напряжённости магнитного поля.

Микроконтроллер подает сигнал на блок питания, благодаря которому происходит заряд контуров. Далее микроконтроллер выдаёт три задержанных относительно друг друга импульса, каждый из которых по очереди управляет разрядом своего контура. Разряд в каждом контуре носит характер свободно затухающих синусоидальных токов в LC-контуре, фазы которых смещены на 120 градусов. Благодаря чему и возникает требуемое электромагнитное поле.

1. А. В. Максимов, В. В. Кирьянова, М. А. Максимова. Лечебное применение магнитных полей // Коллектив авторов. 2013. УДК 615.847.8.03. С. 34-39.

Анализ публикаций по способам и устройствам ликвидации аварийных дуговых разрядов в авиационных сетях переменного тока

Притулкин А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Машуков Е.В.
МАИ, Москва
lexamegane@mail.ru

Существуют два вида дугового разряда: последовательный и параллельный. Последовательная дуга может возникать, когда проводник, последовательно соединенный с нагрузкой, разрывается, (при свободном болтовом соединении), при этом дуговые токи не могут быть больше, чем номинальный ток нагрузки, при этом дуговой разряд развивает достаточно тепловую энергию для того, чтобы вызвать открытое горение. Параллельный дуговой разряд возникает в виде короткого замыкания на корпус в цепи питания нагрузки и является наиболее частым видом замыкания на борту ЛА. Параллельная дуга может быть вызвана недостаточной диэлектрической прочностью изоляции провода, механическим повреждением провода или его обрывом. Если при токе параллельного дугового разряда тепловые автоматы защиты срабатывают, то среднеквадратическое значение тока для последовательных дуговых разрядов будет значительно меньше, поэтому тепловой автоматический выключатель может не устранить эту аварийную ситуацию вплоть до возгорания провода.

Возникновение электрического дугового разряда приводит к ухудшению качества электроэнергии, возникновению высокочастотных электромагнитных помех в системе электроснабжения, а также может вызвать на борту задымление, пожар (катастрофа рейса SWR 111 в 1996 году) и выход из строя рядом расположенных проводов и агрегатов (катастрофа рейса TWA 800 в 1998 году). Проблему искро- и дугообразованию в авиационных СЭС не удается устранить по сегодняшний день, что связано с наличием значительных по амплитуде пульсаций напряжения в сетях в широком частотном диапазоне; наличием в составе потребителей переменного тока большого количества вторичных источников электропитания, работающих в импульсном режиме и создающих дополнительные высокочастотные помехи; невозможностью стандартизовать применяемые потребители, а также широким регламентированным диапазонам изменения напряжения и тока при переходном режиме работы СЭС.

Основная информация по структуре устройств защиты от аварийных дуговых разрядов для авиационных СЭС переменного тока и применяемым в них методам индикации содержатся в обзорах, научно-технических статьях, патентной литературе и технических отчетах. В результате проведенного анализа опубликованных работ предлагается следующая классификация данных устройств:

По физическим основам: оптические, тепловые, электромагнитные, электрические.

По типу применяемой силовой части: в виде дополнительного модуля в составе механических автоматов защиты и коммутации, в составе твердотельных автоматов защиты и коммутации, использующих полупроводниковых силовые приборы.

По типу применяемой электроники: с применением аналоговых приборов, с применением микроконтроллера, комбинированные.

По характеру размещения датчиков: в составе устройства, распределенные по системе электроснабжения.

По виду дуговых разрядов: для индикации параллельных дуговых разрядов, для индикации последовательных дуговых разрядов, универсальные.

По характеру изменений в СЭС: с коренным изменением структуры СЭС, с частичным изменением структуры СЭС, без существенных изменений.

По месту размещения в СЭС: децентрализованные, в составе отдельных автоматов защиты от токовых перегрузок, централизованные, в составе центров управления электрическими нагрузками.

Выводы

В традиционных СЭС ЛА невозможно применить устройства защиты от дуговых разрядов, которые основаны на применении оптических, тепловых, электромагнитных принципах и ряда электрически принципах, которые предусматривают установку дополнительных датчиков и прокладку сигнальных проводов. Следовательно, наилучшим образом подходят защитные устройства, конструкция которых основана на модернизации существующих аппаратов защиты от токовых перегрузок.

В перспективных СЭС целесообразно применение устройств защиты, построенных с использованием полупроводниковой силовой части, микроконтроллеров и имеющих несколько датчиков дугового разряда. Данные устройства в целях уменьшения массогабаритных параметров целесообразно использовать в составе ЦУН, при этом возможно организовать связь между защитными устройствами и удаленными датчиками, расположенными в других ЦУН, за счет применения протоколов обмена информацией между ЦУНами.

Существуют несколько групп методов защиты от дугового разряда, подходящих для использования в составе бортовой системы электроснабжения. К первой группе относятся методы, использующие для обнаружения дуги её характерные признаки: широкополосный шум, хаотичность изменения параметров тока и напряжения, скачкообразный рост тока и резкое падение напряжения в околонулевой зоне. Вторая группа методов обнаруживает дугового разряда путем сравнения текущих параметров СЭС с записанными во внутреннюю память параметрами нормальных переходных процессов.

Опубликованная техническая информация по устройствам защиты от дугового разряда не содержит исчерпывающих теоретических и прикладных материалов, достаточных для аппаратной реализации электронных устройств защиты от дугового разряда в авиационных СЭС переменного тока.

Интеллектуальная система предпускового подогрева и рекуперации энергии приводов летательных аппаратов

Романов К.В., Фомина Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сандалов В.М.
ЮУрГУ, Челябинск
kost.romanov2012@yandex.ru

Двигатели и привода распространены повсеместно. Они применяются в различных отраслях жизни людей, в промышленности, а также и в космической отрасли. Однако они, как правило, запускаются и функционируют без должного внимания к температуре окружающей среды, особенно это важно при работе в условии очень высоких и экстремально низких температур, что ведет к уменьшению ресурса и падению надежности привода. Кроме того, при работе приводов в атмосферу выделяется огромное количество неиспользуемой тепловой энергии [1]. Актуальной является возможность терморегуляции и одновременного повышения коэффициента полезного действия (возвращения части выделяющейся тепловой энергии) и ресурса таких систем как двигатели внутреннего сгорания, электроприводы, ответственные элементы приводов, нуждающиеся в эффективном тепловом контроле. При помощи современных высокоэффективных термоэлектрических преобразователей (элементов Пельтье) эти задачи можно решить.

Основной целью исследования являлся анализ основных тепловых и электрических параметров ТЭМ в режиме генерации электрической энергии путем моделирования и эксперимента, а также разработка более энергоэффективной системы предварительного подогрева и утилизации тепла элементов привода летательных аппаратов.

Для оценки выходных характеристик энергетического преобразования было произведено математическое моделирование в программном комплексе Ansys Workbench. Моделирование, подробно описанное в [2], позволило получить энергетические характеристики модуля Пельтье в различных статических режимах работы.

Проведенные в рамках исследования экспериментальные опыты, приведенные в [3], показали применимость современных термоэлектрических электро- и даже теплогенерационных модулей Пельтье в режиме генерации электрической энергии из тепловой. Кроме того, данные исследования позволили получить экспериментальную базу различных ТЭМ от различных отечественных и зарубежных производителей, а именно ЭДС холостого хода, вольтамперные и мощностные характеристики.

Также было произведено сравнение результатов опыта холостого хода созданной математической модели и ранее снятые с элементов Пельтье. Величина аппроксимации полученных в ходе экспериментов характеристик холостого хода и смоделированных составляет не более 2%, что говорит о высокой точности модели и применимости её для разработки системы предпускового подогрева и рекуперации энергии приводов летательных аппаратов.

На основании исследований предложена разработка комплексной интеллектуальной системы, предназначенной для использования совместно с двигателем внутреннего сгорания, электроприводом или иным контролируемым температурно-зависимым узлом.

Таким образом, в результате работы можно сделать вывод о том, что современные термоэлектрические модули имеют более высокие энергетические показатели в сравнении с предыдущим поколением ТЭМ. Термоэлектрические генераторы показали свою применимость в разрабатываемой системе. Кроме того, определены дальнейшие шаги, связанные с поиском методов уменьшения теплового сопротивления и разработкой конструкции термоэлектрической сборки интеллектуальной системы предпускового подогрева и рекуперации энергии приводов летательных аппаратов.

Исследование проводится при поддержке Фонда содействия инновациям по договору № 377ГУЦЭС8-D3/56317 от 27.12.2019 г.

Список литературы:

1. Шостаковский П.Г. Термоэлектрические генераторы промышленного применения. Часть 1 / П.Г. Шостаковский // Современная электроника. – 2016. – Т. 1, №1. – С. 2-7.

2. Романов, К.В. Моделирование термоэлектрического модуля Пельтье в режиме генерации электроэнергии в среде ANSYS Workbench / К.В. Романов, А.В. Моторин, Е.В. Соломин, А.А. Ковалёв, И.И. Дьяченко, Р.Г. Галеев // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: Изд. центр МГТУ им. Г.И. Носова, 2018. – 57-64 с.

3. Romanov, K.V. Device of autonomous power supply / K.V. Romanov, V.M. Sandalov // IEEE Xplore. – New York City: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2018 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) DOI: 10.1109/ICIEAM.2018.8728866.

Разработка и исследование многофункциональной системы управления мехатронного модуля

Росляков Д.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горькавый А.И.
КнАГУ, Комсомольск-на-Амуре
anreal.13ros@gmail.com

Основными локальными системами современного технологического оборудования все чаще и чаще становятся мехатронные модули. Высокие требования к точности и быстродействию современного технологического оборудования ложатся на мехатронные модули, что вынуждает применять современные принципы при построении их силовой части.

Для обеспечения этих традиционных показателей качества необходимо решать следующие проблемы: изменение параметров объекта управления, изменение нагрузки, действующей на объект и невозможность оценить все координаты объекта. Также в реальности все объекты являются упруговязкими, что осложняет процесс управления, когда требуется большая точность и быстродействие. Для решения этих проблем существуют стандартные методы.

Однако стандартные методы не всегда позволяют обеспечить наилучшее функционирование системы в условиях наличия упругостей, изменчивости и неопределенности параметров объекта управления.

В этих условиях наряду с обеспечением традиционных показателей качества важность приобретает достижение низкой параметрической чувствительности разрабатываемых систем управления, которая может реализовываться в рамках адаптивного подхода.

В данной статье разрабатывается и исследуется многофункциональная система управления мехатронным модулем. Система построена по принципу системы с переменной структурой. В данной системе с помощью сравнения желаемого изменения координат и реального организуется скользящий режим управления. При вхождении в скользящий режим скорость двигателя повторяет закон изменения скорости модели-эталона, в качестве модели-эталона взята модель системы, настроенной по модальному принципу. Что позволяет желаемый переходный процесс даже при изменении параметров объекта.

Также для компенсации неподдающегося измерению возмущения, было синтезировано астатическое наблюдающее устройство, которое оценивает и при помощи компенсационного канала, рассчитанного для модели эталона, устраняет влияние возмущения.

В итоге мы получаем многофункциональную систему, которая может одновременно решать различные проблемы управления.

Список литературы:

1 Камлюк В. С., Камлюк Д. В. Мехатронные модули и системы в технологическом оборудовании для микроэлектроники: учебное пособие — Минск: РИПО, 2016. — 383 с.

2 Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования — Изд. 3-е, испр. — М.: Наука, 1975 — 768 с.

3 Егупов Н. Д., Пупков К. А. Методы классической и современной теории автоматического управления. Синтез регуляторов систем автоматического управления. В 5 тт. — 2. — МГТУ им. Баумана, 2004. — Т. 3. — 616 с.

4 Цыпкин Я. З., Основы теории автоматических систем — М., Наука, 1977 — 560 с.

5 Никифоров В. О. Адаптивное и робастное управление с компенсацией возмущений. — СПб.: Наука. — 282 с.

6 Егоров О. Д., Подураев Ю. В. Конструирование мехатронных модулей — М.: Издательство МГТУ «Станкин», 2004. — 368 с.

7 Работнов Ю. Н. Сопротивление материалов. — М.: Физматгиз, 1962. — 456 с.

8 Кузовков Н. Т., Модальное управление и наблюдающие устройства — М.: Машиностроение, 1976. — 184 с.

Перспектива использования возобновляемых источников энергии

Садрисламов Н.С., Губаев И.Н.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
sadrislamov21@mail.ru

В настоящее время проблема развития населения и всех предприятий России зависит от отрасли электроэнергетики. В нашей стране используются различные типы электростанций:

- Тепловые, доля которых составляет 68,4% от общей доле всего объема производства;
- Гидроэлектростанции, с долей 20,5%;
- Атомные, приблизительно 11%;
- Альтернативные, всего 0,2%.

Цены на потребление электроэнергии и тепло постоянно растут. В первую очередь источником роста цен на электроэнергию является рост стоимости на невозобновляемые источники энергии. Собственно, с помощью данных энергоносителей создается подавляющее большинство производимой в России электроэнергии. За период с 2001 по 2015 год включительно цена 1 кВт электроэнергии увеличилась на 850%. Обилие природных ископаемых и большая площадь нашей страны позволяют на время забыть об их

ограниченности, в действительности, по оценке учёных полное исчерпание рентабельных эксплуатируемых ресурсов неминуемо. Таким образом, ограниченность ресурсов и актуальный вопрос о безопасности использования ядерной энергии способствуют обращению к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ). Энергия солнца, ветра, моря и другие являются ВИЭ. К достоинствам использования ВИЭ, кроме экологичной безопасности и возобновляемости, также следует отнести возможность создания в частном порядке и накопление энергии в аккумуляторных батареях. В России ВИЭ не столь общедоступен по причине большой длительности возмещаемости, также причиной является внушительная цена оборудования. Чтобы тщательнее углубиться в данную проблему нужно прибегнуть к рассмотрению энергетического опыта Германии, где процент регенеративной энергии за 2015 год был равен примерно 33%. Остатки неиспользуемой сгенерированной энергии они сбывают. Вся суть механизма поддержки регенеративных источников энергии, оговоренный в одноименном законе, состоит в том, что обладатели установок вознаграждаются определенной денежной платой за кВ/ч выработанной энергии, то есть им выдают рыночную премию поверх дохода от продажи ЭЭ на бирже.

Максимальную выгоду возобновляемые источники будут приносить при выполнении следующих условий:

• При повсеместном использовании ветроустановок (при этом себестоимость оборудования заметно снизится);

• При формировании соответствующих законов, создающих благоприятную почву для развития ВИЭ.

Чтобы эти условия претворить в жизнь придется потратить немало денежных и временных ресурсов, поэтому следует как можно раньше рассмотреть применение регенеративных источников электроэнергии для частных домохозяйств для обеспечения твердой почвы для развития и расширения данной ниши, создания и поддержания энергетической безопасности, во времена отсутствия надежного подключения к традиционным источникам энергии.

Методы и технические средства защиты бортовой аппаратуры самолёта от грозового разряда

Свитлинец И.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кириллов В.Ю.
МАИ, Москва
skorpi260199@gmail.com

Успешное решение практических задач народного хозяйства на современном этапе немыслимо без широкого применения в различных отраслях науки и техники радиоэлектронных средств, призванных обеспечивать сбор, хранение, обработку и передачу больших объемов информации с высокой скоростью с минимальными искажениями. Все радиоэлектронные средства должны обладать высокоэффективной защитой от электромагнитных помех [1-3].

Одной из важных задач при эксплуатации бортовой радиоэлектронной аппаратуры летательных аппаратов является обеспечение устойчивой и надежной работы в условиях сложной помеховой электромагнитной обстановки. Сложная электромагнитная обстановка возникает в период грозовой активности, когда происходит формирование мощных электромагнитных помех. Поэтому очень важно максимально обезопасить бортовую аппаратуру во время полёта в местах с повышенной грозовой активностью.

В докладе представлены результаты исследования факторов грозового разряда, расчет параметров электрического и магнитного полей, создаваемых током молнии. Данное исследование является составной частью разработки технических средств защиты бортовой электронной аппаратуры летательных аппаратов от воздействия факторов грозового разряда. Расчет напряженностей электрического и магнитного поля от грозового разряда проводился на основе компьютерной программы Mathcad.

Список литературы:
1. Грозозащита радиоэлектронных средств / Кравченко В. И. — 1991. — 264 с.
2. Иванов В.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств / В.А. Иванов, Л.Я. Ильинский, М.И. Фузик. – К.: Техника, 1983. – 120 с.
3. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи / В.И. Кравченко, Е.А. Болотов, Н.И. Летунова; Под ред. В.И. Кравченко. – М.: Радио и связь, 1987. – 256с.: ил.

Способ определения коэффициентов ошибки в корректоре коэффициента мощности

Сорокин Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Вольский С.И.
МАИ, Москва
DmitrSorokin@gmail.com

Применение корректоров коэффициента мощности (ККМ) позволяет одновременно улучшить ряд показателей качества выпрямительного устройства. ККМ улучшает гармонический состав потребляемого тока, который регламентирован стандартами международной электротехнической комиссии [1] и рядом отраслевых стандартов [2]. В то же время поддержание потребляемого тока квазисинусоидальной формы благоприятно сказывается на его действующем значении. Так, например, для обеспечения той же мощности, трёхфазный ККМ потребляет ток с действующим значением на 5% ниже по отношению к мостовому выпрямителю, работающему на чисто активную нагрузку.

Изучение электрических процессов, протекающих в ККМ, а также определение их показателей качества, требует анализа процессов управления. Посредством математического описания трёхфазного транзисторного выпрямителя с подключением нейтрального провода в среднюю точку, образованную выходными конденсаторами, разработана блок-схема системы управления, осуществляющая прямое управление мощностью [3, 4]. Принцип данного способа управления базируется на измерении сопротивления нагрузки ККМ и поддержании потребления из сети активной мощности при поддержании заданного значения выходного напряжения при текущем сопротивлении нагрузки.

В случае четырёхпроводного подключения с точки зрения потребляемой мощности система управления должна осуществлять поддержание заданного уровня потребления активной составляющей мощности при минимизации потребления реактивной мощности, а также мощности, обусловленной протеканием тока в нейтральном проводе. Этим обстоятельством объясняется наличие в математическом описании системы управления трёхфазным ККМ трёх коэффициентов усилителей ошибки. Посредством правильного выбора указанных коэффициентов можно добиться минимизации суммарного коэффициента гармонических составляющих при поддержании выходного напряжения с точностью не менее 0,5% и коэффициенте мощности 0,999.

Предложен способ определения коэффициентов ошибки, который позволяет автоматизировать процесс их получения и существенным образом сокращает время компьютерного моделирования. Данный способ был апробирован на разработанной компьютерной модели системы управления вышеописанного ККМ.

Список литературы:
1. ГОСТ 30804.3.12-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы гармонических составляющих тока, создаваемых техническими средствами с потребляемым током более 16 А, но не более 75 А (в одной фазе), подключаемыми к низковольтным распределительным системам электроснабжения. Нормы и методы испытаний.
2. ГОСТ Р 54073-2017 Системы электроснабжения самолётов и вертолётов. Общие требования и нормы качества электроэнергии.
3. Сорокин Д. А. Математическая модель трехфазного корректора мощности с улучшенным коэффициентом полезного действия / Д. А. Сорокин, С. И. Вольский // Электричество. – 2019. – №5. – с. 58-65.
4. Sorokin D. A. Development Of The Control System For Three-Phase Power Factor Corrector / D. A. Sorokin, S. I. Volskiy, Y. Y. Skorokhod // PCIM Europe 2019. – 2019. – p. 1813-1819.

Интерфейс «мозг-компьютер» для восстановления двигательных функций с применением метода геймификации

Сударева А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Некрасова Ю.Ю.
МАИ, Москва
an.sudareva@mail.ru

По сведениям Всемирной организации здравоохранения, инсульт занимает третье место по смертности после сердечно-сосудистых заболеваний и онкологии. Одним из самых распространенных последствий инсульта является гемипарез – частичная потеря моторных функций конечностей одной из сторон тела. Реабилитация пациентов с гемипарезом очень долгий процесс, который требует много терпения и сил, чаще всего для людей становится скучным выполнять определенные комбинации действия изо дня в день в течение нескольких месяцев. Они теряют интерес и из-за этого качество выполняемых ими действий становится хуже, и эффект, который должен был быть достигнут за 2 месяца, достигается за более длительный срок или не достигается вовсе.

Для вовлечения пациентов в процесс реабилитации используется метод геймификации, который позволяет развить в человеке интерес и мотивирует его продолжать процесс тренировок. Суть метода заключается в использовании обратной связи (ОС), т.е. отклика внешней среды (в данном случае — игрового персонажа) на действия человека. Таким образом ОС позволяет задействовать механизмы нейрональной пластичности головного мозга.

В данной работе рассматривается интерфейс «мозг-компьютер» (ИМК) с ОС на основе электроэнцефалограммы в сочетании с компьютерным приложением, представляющим собой игру, в которой пациент, при помощи воображаемых (или реальных) движений конечностями, управляет персонажем.

Одной из сложностей в работе современных ИМК является длительное время, затрачиваемое пациентом на тренировку воображаемых движений, десинхронизирующих бета- и мю-ритмы головного мозга. Кроме того, около 20% пациентов так не могут научится управлять ИМК, даже после длительных тренировок. С целью решения этой проблемы в разработанном ИМК были применены математические методы, позволяющие выделить компоненту сигнала ЭЭГ, отвечающую за воображение движения (или реальное действие), и разработана архитектура искусственной нейронной сети для распознавания паттернов воображаемых движений.

Для проверки эффективности работы ИМК был проведен эксперимент, в ходе которого была посчитана степень десинхронизации бета- и мю-ритмов головного мозга у 9 человек. Далее были выделены люди с «высокой», «средней» и «низкой» степенью десинхронизации и собраны в 3 группы так, чтобы среднее значение десинхронизации в каждой из групп имело одинаковое значение. Далее сформированным группам было предъявлено игровое задание, которое необходимо было выполнить с помощью трех различных ИМК: разработанного в МАИ на основе общего пространственного фильтра и искусственных нейронных сетей; на основе наиболее часто использующегося линейного классификатора; на основе Байесовского классификатора. Результаты выполнения игрового задания показали, что наибольшее количество очков было набрано командой, использовавшей ИМК разработанный в МАИ.

Мобильный электронный имитатор системы автоматического управления газотурбинной установки

Сухарев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полулях А.И.
АО «ОДК-Авиадвигатель», Пермь
sukharev-aa@avid.ru

Целью работы является создание мобильного испытательного стенда двигательной установки (ИМС ДУ) и программно-аппаратного комплекса САУ ГТУ (ПАК САУ).

Основным назначением ИМС ДУ, является решение следующих задач:

• Проверка алгоритмов управления ГТУ на соответствие техническому заданию с возможностью последующей их коррекции на объекте;

• Интеграция, проверка и отладка встроенной математической модели в алгоритмы управления;

• Исследование возможных причин нештатных ситуаций алгоритмов управления ГТУ в эксплуатации;

• Отработка прикладного математического обеспечения разработки АО «ОДК — Авиадвигатель» для последующей интеграции;

• Оперативная проверка САУ ГТУ в составе ГПА или ГТЭС в части управления двигателем на объекте эксплуатации САУ ДУ на соответствие техническим заданиям;

• Оперативное исследование САУ ДУ на месте возникновения аварийных ситуаций; исследование реальных установленных САУ ДУ на объекте; выявление недочетов и неисправностей; возможность воссоздания аварии с реальными контроллерами САУ на объекте;

• Исследование и апробирование вновь разрабатываемых алгоритмов управления камеры сгорания до ввода в эксплуатацию.

Основным назначением ПАК САУ является создание унифицированной системы автоматического управления и диагностики газогенератора ГТУ с его различными модификациями. Разрабатываемая САУ ГТУ должна дозировать необходимое количество топливного газа в камеру сгорания ГТУ и обеспечивать выполнение требуемых функций по управлению ГТУ [1, 4].

В данной работе описан подход к построению аппаратной части испытательного стенда на платформе National Instruments.

Так же описан подход к построению и описание линеаризованных математических моделей в пакете прикладных программ Matlab Simulink R2019a, в том числе и их идентификация [5, 6, 7].

В качестве примера показаны результаты отладки САУ газогенератора ГТУ-16ПМ (с малоэмиссионной камерой сгорания) на испытательном стенде.

Разработанный программно-аппаратный модуль по принципу HIL системы значительно снижает энергоемкость испытаний, а также повышает эффективность отладки САУ ГТУ.

Список литературы:

1. Кухарчук, В.Г. Современные принципы построения комплексных систем управления авиационных газотурбинных двигателей: Изд-во Пермского государственного технического университета, 1995. – 163 с.

2. Системы автоматического управления авиационными ГТД: Энциклопедический справочник / Под ред. О.С. Гуревича. – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2011. – 208 с.

3. Теория автоматического управления: учебник для вузов / С.И. Малафеев, А.А. Малафеева – 2-е изд, перераб. и доп. – Москва: Академия, 2014. – 378 с.

4. Автоматизация настройки регуляторов газотурбинных миниэлектростанций при компьютерных испытаниях / А.И. Полулях, И.Г. Лисовин, Б.В. Кавалеров, А.А. Шигапов // Автоматизация в промышленности. – 2011. – № 6. – С. 14-17.

5. Теория автоматического управления: учебник для вузов: в 2 т. / Д.П. Ким – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Физматлит, 2007. Т.1.: Линейные системы. – 2003. – 288 с.

6. Дорф Р. Современные системы управления: пер. с англ. / Р. Дорф, Р. Бишоп. — Москва: Лаб. Базовых Знаний, 2004. – 832 с.
7. Черных, И.В. «Simulink: Инструмент моделирования динамических систем». / И.В. Черных. – Питер: ДМК Пресс, 2008. – 400 с.

Реализация двухтактного устройства управления преобразователем постоянного напряжения с фазовой ШИМ на отечественной элементной базе

Троицкая В.П.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шевцов Д.А.
МАИ, Москва
cheshiretree93@gmail.com

В устройствах преобразовательной техники, в состав которых входят обмоточные элементы-трансформаторы, важно решить проблему симметрирования перемагничивания сердечника. Актуальным и хорошо зарекомендовавшим себя методом является метод управления с подчиненным регулированием по току, который обеспечивает автосимметрирование.

Отечественные микросхемы, реализующие подчиненное регулирование, существуют только для однотактных преобразователей. Это 1114ЕУ7 и 1033ЕУ14. Для реализации двухтактного преобразователя необходимо точно понимать структуру микросхемы, что позволит дополнить его внешними недостающими элементами.

Известно, что микросхемы 1114ЕУ7 и 1033ЕУ14 являются аналогами зарубежной микросхемы UC3842. При этом подробной документации на отечественные микросхемы не опубликовано. Зарубежная микросхема UC3842 подробно описана в открытом доступе, однако часть информации отсутствует или искажена.

Из-за сложности измерения индукции необходим специальный блок формирователя вольт-секундного интеграла (ВСИ), использующий принцип подобия. Выходной параметр ВСИ должен быть прямо пропорционален значению индукции в сердечнике. Известно, что индукция в сердечнике является интегралом от напряжения на первичной обмотке. А напряжение на конденсаторе, равно интегралу, протекающему через него тока, что позволяет выбрать этот параметр, как подобный значению индукции в сердечнике трансформатора.

В результате проведенного исследования восстановлена логическая часть структуры микроконтроллера UC3842, проведено сравнение опубликованного и реального аналогового устройства микроконтроллера.

На основе проведенного анализа структуры микроконтроллера UC3842 проведено моделирование двухтактного устройства преобразователя постоянного напряжения (ППН) с фазовой ШИМ. Полученные временные диаграммы полностью подтверждают работоспособность созданного двухтактного ППН.

Список литературы:

1. Product specification «Current-mode PWM controller UC3842»

Интеллектуальная система управления двигателей внутреннего сгорания

Фаизова Р.Р.
Научный руководитель — к.т.н. Ямалов И.И.
УГАТУ, Уфа
radmila.faizova@bk.ru

Принимая во внимание уникальные характеристики ДВС как объекта, управляемого микропроцессором, современные компьютеры и информационные технологии могут улучшить конструкцию двигателя, технологию, а также экологические и эксплуатационные характеристики. Целью данной работы является исследование и разработка интеллектуальной системы управления двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Поставленная цель

исследования является фундаментальной и принципиально новой, поскольку она охватывает новые задачи для быстро развивающейся теории интеллектуальных систем управления.

Основным свойством системы управления двигателя является координация работы различных подсистем ДВС с целью регулирования крутящего момента с учетом требований к ограничению токсичности отработавших газов, расходу топлива, выходной мощности, уровню комфорта и безопасности. Целью интеллектуальной системы управления ДВС является многорежимность функционирования двигателей в условиях эксплуатации [1].

На сегодняшний день существует два направления исследования интеллектуальных ДВС:

• Расширение возможностей ДВС традиционных схем с помощью увеличения числа управляемых элементов;

• Конструирование двигателей, с изменением самой схемы во время эксплуатации.

В настоящее время первое направление развивается более широко. Для этого существует много причин:

• Используются традиционные методы проектирования двигателей,

• Невозможно быстро перейти на новые технологии проектирования двигателей из-за многих нерешенных проблем,

• Мировое двигателестроение не готово к переходу на преобразование самой схемы двигателя в процессе эксплуатации.

Второе направление требует полного преобразования настоящей технологии разработки двигателя и использование самой современной базовой теории управления [2].

В данной работе был проведен обзор интеллектуальной системы управления ДВС, также рассмотрены проблемы адаптации ДВС с новым микропроцессорным управлением к условиям эксплуатации.

Работа выполнена в рамках гранта республики Башкортостан № 24ГР.

Список литературы:

1. Щеглов А.А. Регулирование частоты вращения судового двигателя внутреннего сгорания // Вестн. Мурман. гос. техн. ун-та. – 2006. – Т. 9, № 2. – С. 312-317.

2. Осетров А.Д. Совершенствование управления ДВС с использованием методов нечетких нейронных сетей // Старооскол. технолог. ин-т.

Перспективы развития электрических самолётов

Ференец А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Ференец А.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
a.a.ferenets@icloud.com

Современный газотурбинный двигатель, который приводит в движение авиалайнеры, — это знакомая всем надежная машина, усовершенствованная неоднократно. С развитием технологий, электроники и электротехники, все больше надежд возлагают на электрические самолёты.

Не так давно под термином “электросамолёт” подразумевался летательный аппарат, в котором механическую работу выполняют небольшие электродвигатели. Теперь этот термин приобрел новый смысл: самолёт, который движется на электрической тяге. Этого можно достигнуть благодаря электродвигателю с электропитанием от батарей или суперконденсаторов.

Ученые по всему миру пришли к мнению, что перспективное развитие гражданской авиации — это электрические полёты. На этом рынке присутствует более 100 компаний, стремящихся создать, запустить и ввести в оборот электросамолёт.

Такой летательный аппарат имеет ряд преимуществ. Во-первых, электричество намного дешевле топлива, поэтому небольшой самолёт затратит в 50 раз меньше денежных средств на один летный час, что приведет к снижению цен на билеты.

Во-вторых, электросамолёт не производит вредных выбросов в атмосферу, его углеводородистый след максимально уменьшен, а подзарядка батарей происходит от

экологически чистых возобновляемых источников энергии. В настоящее время авиация вносит 2-3% глобальных выбросов углекислого газа в атмосферу. Ожидаемо, что в будущем количество авиаперевозок увеличится в два и более раз, значит, будет увеличиваться процент загрязнения окружающей среды, чего можно избежать благодаря электродвигателю.

В-третьих, взлет и посадка будут происходить быстрее и без громкого шума. Траектория взлета у электросамолётов максимально крутая, что позволяет быстрее перейти в режим крейсерского полёта, а на посадку самолёты будут заходить на низкой скорости в планирующем режиме, что способствует уменьшение взлётно-посадочных полос.

Такими характеристиками обладают созданные и работающие электросамолёты. Самый первый из них — израильский девятиместный самолёт Alice с электродвигателем от MagniX на батарейном питании. За один раз Alice может пролететь 1000 км на высоте 3000 км с максимальной скоростью 440 км/ч. Eviation (компания производитель) получила первые заказы от американской компании Cape Air, что означает, Alice — первая реализованная коммерческая модель электросамолёта.

Во Французских Альпах двухместный самолёт e-Genius, созданный в университете Штутгарта (Германия), поднялся на высоту более 6 километров менее чем за 2 минуты и достиг скорости 230 км/ч. Во время 100-километрового отрезка своего полёта электросамолёт использовал около 25 киловатт электроэнергии при общей стоимости энергии 3$ за киловатт.

В Словении компания Pipistrel в 2014 году запустила электрический самолёт Alpha Electro, который разработан специально для обучения пилотов. Его масса составляет примерно 300 кг, из которых 100 кг — это 21-киловаттная батарея. 40 самолётов были произведены для клиентов в Европе, США и Австралии, а также 4 — для программы обучения авиационном делу от BBC USA.

Компания Bye Aerospace из Денвера, которая в 2018 года провела тестовые полёты двухместного eFlyer2 и четырехместного eFlyer4 электрических самолётов, оснащенных 90-киловаттными электрическими двигателями Siemens. Каждый самолёт способен перевозить 450 килограмм пассажирской нагрузки в течение трех часов в воздухе.

В настоящее время электросамолёты способны перевозить малое количество пассажиров на небольшие расстояния, в этом и заключается проблема электрических полётов.

Перспектива развития самолётов с электрическим двигателем для межрегиональных краткосрочных полётов очевидна: быстрый и доступный по цене вариант передвижения, который не влияет на состояние окружающей среды, в современном мире будет становится все более актуальным. Сейчас работающие модели переходят в коммерческое производство, а далее от частного пользования к государственному.

Более сложное развитие ожидает большие лайнеры, разрабатываемые для дальнемагистральных рейсов. Реактивное топливо содержит приблизительно в 30 раз больше энергии на килограмм, чем самая современная литий-ионная батарея. Чтобы самолёт, вмещающий 600 пассажиров, смог пролететь хотя бы 2000 км, ему понадобятся батареи весом в 30 раз больше, чем его текущий расход топлива, а это означает, что он никогда не взлетит. Следующее поколение батарей должно обеспечивать колоссальное количество энергии, будучи одновременно меньше, легче и безопаснее, чем литий-ионные.

Список литературы:

1. Bowler T. Why the age of electric flight is finally upon us // BBC News. 2019. URL: https://www.bbc.com/news/business-48630656 (дата обращения: 17.02.2020)

2. Downing S. 6 electric aviation companies to watch // GreenBiz Group. 2019. URL: https://www.greenbiz.com/article/6-electric-aviation-companies-watch (дата обращения: 17.02.2020)

3. Вверх на электричестве // журнал Популярная механика. №1, Январь 2018. URL: https://www.popmech.ru/technologies/405322-vverh-na-elektrichestve-elektrosamolyoty-budushchego/ (дата обращения: 17.02.2020)

Система электроснабжения возвращаемого космического аппарата на базе аккумуляторных батарей и блоков суперконденсаторов с автономным поддержанием готовности и активации на импульсную нагрузку

Хаванов Е.С.
Научный руководитель — к.т.н. Носкин Г.В.
ПАО «Энергия им. С.П. Королева», Королев
khavanov.egor@mail.ru

Ранее автором была успешно разработана система электроснабжения (СЭС) возвращаемого космического аппарата (ВКА) на основе одноразовых батарей (ОБ) и блоков суперконденсаторов (БСК) выполняющих роль средств электропитания двигателей мягкой посадки (ДМП) ВКА с целью снижения нагрузки на буферные батареи в СЭС ВКА [1], однако при проработке практического применения БСК в СЭС ВКА возникли следующие проблемы: сложность установки БСК в ВКА, компоновка которого завершена; необходимость введения в ВКА дополнительных блоков управления бортовым комплексом (БУБК) для контроля работы каждого БСК, что не согласуется с п. 1; за-мена ОБ на аккумуляторную батарею (АБ) является положительным нововведением, но АБ уступает ОБ в части удельной энергоёмкости.

Согласно п. 3 масса 2-х буферных накопителей в СЭС ВКА возрастет, что существенно сократит лимит по допустимой массе БСК. При таком условии использование БСК в СЭС ВКА является нереализуемым.

Вышеупомянутые проблемы потребовали новых решений по модернизации разработанной СЭС, лучшим из которых стало, разработанное автором устройство электропитания импульсных нагрузок для систем электроснабжения постоянного тока (УЭИН), включаемого в непосредственной близости от той, или иной группы ДМП в разрыв соответствующего кабеля на импульсную нагрузку ВКА (КИН) от АБ, с реализацией автономного поддержания готовности и активации работы, что было реализовано следующими способами: подключение БСК, параллельно включенного через полевой транзистор к КИН в составе УЭИН осуществляется при открытии затвора данного транзистора сигналом с, параллельно подключенного к КИН, делителя напряжения. Иными словами, БСК в составе УЭИН активируется, когда на КИН появляется напряжение, что происходит при централизованной активацией импульсной нагрузки ВКА по команде из штатного БУБК ДМП; периодический заряд БСК (поддержание готовности) в составе устройства осуществляется через фидер, питание которого обеспечивается от АБ непрерывно. Прерывание питания на заряд осуществляется автоматически при помощи наличия в составе УЭИН датчика напряжения, компаратора напряжения и генератора команд управления внутренними переключателями; высокое, относительно напряжения в АБ (соответственно в СЭС ВКА), напряжение БСК в составе УЭИН достигается с помощью повышающего преобразователя напряжения с ограничителем выходного тока, находящегося в составе УЭИН и включающегося при необходимости заряда БСК.

УЭН согласно проведенному патентному поиску оказалось схожим лишь с, ранее разработанным устройством автора – гибридный накопитель электрической энергии [2], которое было взято в качестве прототипа при оформлении заявки на полезную модель — «УЭИН» [3].

Математическая модель (ММ) СЭС ВКА на основе АБ и УЭИН была успешно протестирована по экспериментальной циклограмме нагрузок ВКА на этапе «Спуск» в аккредитованной системе моделирования высокого уровня MATLAB/Simulink [4].

Введение УЭИН в СЭС ВКА, согласно результатам моделирования, ММ позволит оптимизировать СЭС ВКА по самым важным критериям. Этот факт говорит о том, что при применении в СЭС ВКА разработанного устройства имеются все основания полагать, что масса СЭС ВКА на основе АБ и УЭИН не превысит массу СЭС ВКА на основе ОБ и БСК.

Итогом проделанной работы является то, что возникшая проблема была решена. Применение СЭС ВКА на основе АБ и УЭИН является целесообразным. Стоит отметить, что УЭИН может найти широкое применение в системах электроснабжения постоянного тока.

Список литературы:
1. Хаванов Е.С. Разработка системы электроснабжения возвращаемого космического аппарата на базе одноразовой батареи и суперконденсаторов. В книге: Гагаринские чтения - 2018 Сборник тезисов докладов XLIV Международной молодежной научной конференции 2018. С.325;
2. Хаванов Е.С., Бесчастный Р.А., «Гибридный накопитель электрической энергии на основе литий-ионных аккумуляторов и блоков суперконденсаторов для систем электроснабжения возвращаемых космических аппаратов» // «Лесной вестник» №4 (19) [39-48].
3. Заявка №2020106639 от 11.02.20 Носкин Г.В., Хаванов Е.С., Бесчастный Р.А., Карнаухов А.Н., Венидиктов А.В., Савельев В.В. на полезную модель «Устройство электропитания импульсных нагрузок для систем электроснабжения постоянного тока»;
4. Носкин Г.В., Хаванов Е.С., Савельев В.В. «Унифицированный резервный накопитель элек-трической энергии для систем электроснабжения возвращаемых космических аппаратов»// «Известия Российской академии наук. Энергетика» №5 (19) [20-25].

Применение тиристорного преобразователя для «мягкого» пуска асинхронного двигателя

Халитов Т.М., Каримов Д.Р., Каюмов А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
galafond@mail.ru

На сегодняшний день на производстве все чаще находят применение тиристорные регуляторы напряжения для плавного запуска и регулирования частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей. Преимуществами таких устройств являются: простота конструкции, невысокая стоимость и достаточно высокая надежность. Недостатком является то, что тиристорные регуляторы напряжения обладают незначительными возможностями, когда двигатели подвержены большим механическим нагрузкам. В данном докладе показываются итоги проектирования, моделирования и экспериментальных проверок тиристорного регулятора для дискретного управления частотой вращения трехфазного асинхронного двигателя. Силовая часть трехфазного устройства содержит в себе три пары тиристоров, которые соединены встречно-параллельно. Управление тиристорами осуществляется посредством микроконтроллера. Программа управления устройством позволяет создавать в обмотках статора асинхронного двигателя низкочастотные квазигармонические токи (3 Гц, 5 Гц, 7 Гц). В этом случае напряжение регулируется в достаточно широком диапазоне. Сохранение заданной величины напряжения питания на малых частотах дает возможность получить большой пусковой момент асинхронного двигателя, который превышает момент при непосредственном включении в трехфазную сеть частотой 50 Гц. Изменение частоты питающих токов так же позволяет дискретно регулировать частоту вращения двигателя. Моделирование регулятора выполнено в системе MATLAB Simulink с использованием специальной модели асинхронного двигателя. Полученные временные диаграммы при пуске асинхронного двигателя мощностью 10 кВт при различных частотах и построенные механические характеристики подтвердили результаты, полученные при расчете. По результатам моделирования произведено сравнение процессов при различных видах пуска: прямом пуске, «мягком» пуске с применением тиристорного регулятора с импульсно-фазовым управлением, частотном пуске при различных типах управления: скалярном и векторном. На практике регулятор был реализован с применением микроконтроллера ATmega48PA-AU, в качестве силовых тиристоров выбраны оптотиристорные модули МТОД4/3-40. Проверка работоспособности лабораторного образца тиристорного регулятора произведена с двигателями 0,4 кВ, мощностью 0,16 кВт и 1,5 кВт. Предложенное устройство дает возможность с высокой эффективностью управлять асинхронными двигателями даже при тяжелых условиях пуска, а также совмещает в себе простое исполнение, относительную

дешевизну, дает возможность реализовать различные алгоритмы с программным переключением.

Список литературы:

1. Туманов И. М., Евстигнеева Т. А. Тиристорные установки для повышения качеств электроэнергии. М.: Энергоатомиздат. 1994. 130 с.

2. Гельман М. В., Лохов С. П. Тиристорные регуляторы переменного напряжения. М.: Энергия. 1975. 98 с.

3. Цытович Л. И., Шкаликов С. И., Дудкин М. М. Тиристорный преобразователь с интегрирующим устройством для мягкого пуска асинхронных электродвигателей. М.: Наука и технологии. 2005. С. 46-58.

Некоторые методы компенсации методических погрешностей, возникающих при калибровке термометров сопротивления

Хомяков И.С., Бураков Д.Б.
Научный руководитель — Захаров Д.Л.
МАИ; ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», Москва
runvan@yandex.ru

В настоящее время для регистрации и контроля температуры, в промышленности, часто используют термометры сопротивления (ТС). В процессе эксплуатации данных датчиков ставится задача регулярной калибровки, построения индивидуальной градуировочной характеристики, оценка составляющих погрешности.

Для наиболее точного построения индивидуальной градуировочной характеристики ТС необходимо минимизировать методические составляющие погрешности, обусловленные самой процедурой калибровки, учесть случайное распределение погрешностей по Гауссовому закону. Целью данной работы является разработка методики калибровки, с минимальной методической погрешностью.

Основные источники методической составляющей погрешности при калибровке: низкая теплопроводность воздушной прослойки, возникающей из-за неплотного погружения чувствительного элемента (ЧЭ) в термо-выравнивающий блок калибратора; и паразитное сопротивление проводов при подключении омметра к ТС.

Один из методов компенсации воздушной прослойки заключается в добавлении дополнительного теплопроводящего материала в образовавшуюся полость. Одним из таких материалов является антифриз, который быстро передает тепло от корпуса термо-выравнивающего блока к ЧЭ. Также дополнительно реализуется воздушная герметизация термо-выравнивающего блока калибратора и погруженного в него ЧЭ.

Для компенсации паразитного сопротивления применяют четырех – проводную схему подключения омметра. Преимущества такой схемы перед традиционной двух проводной схемой подключения состоит в том, что за счет законов Кирхгофа большая часть генерируемого тока омметра поступает на ТС, на проводах подключения возникает крайне малое падение напряжения, что им пренебрегают, и вольтметр, в составе омметра, измеряет падение напряжения на ТС. В то время как при двух проводной схеме через провода подключения проходит значительная часть генерируемого тока омметра, в следствии чего вольтметр в составе омметра измеряет суммарное падение напряжения на ТС и на проводах, а значит вносится значительная часть методической погрешности. Тем самым при использовании четырехпроводной схемы минимизируется методическая погрешность измерения выходного сопротивления ТС.

В данной работе описаны два методических приёма, применяемые при калибровке ТС и позволяющие минимизировать методическую погрешность.

Особенности реализации нечетких регуляторов с применением универсальных платформ ПЛК

Хрульков В.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черный С.П.
КнАГУ, Комсомольск-на-Амуре
vova_hrulkov@mail.ru

В настоящее время применение нечетких технологий в области управления активно используются в автомобильной, аэрокосмической и транспортной промышленности. Использование нечеткой логики не заменяет классические методики управления, а напротив она совокупно с традиционными методиками позволяет упростить их синтез и существенно расширить возможности по целому ряду параметров.

Реализация нечетких систем управления осложнена тем, что специализированные аппаратные средства, реализующие их, либо сняты с производства, либо являются в данный момент недоступными (например, нечеткий микроконтроллер Siemens SAE81C99A). Программирование интеллектуальных систем представляется возможным с применением универсальных промышленных ПЛК компании Siemens серий S7-300, S7-400, а также аналогичных ПЛК, таких производителей как Schneider Electric, Arduino или Raspberry Pi, имеющих ряд своих преимуществ и ограничений.

Для пробной реализации нечеткого регулятора, имеющего в своей основе ПИД-закон управления, предлагается использовать аппаратно-программную платформу Arduino DUE имеющую 32-битное ядро, позволяющее выполнять операции с данными шириной 4 байта за 1 такт (частота процессора (CPU) 84 МГц) и библиотеку Embedded Fuzzy Logic Library (eFLL) для реализации систем, основанных на мягких вычислениях.

В качестве объекта управления используется электродвигатель постоянного тока серии Tetrix MAX, на валу которого установлен квадратурный энкодер US Digital для реализации обратной связи по скорости. Быстродействие контроллера и датчика в обратной связи достаточно для пробной реализации нечеткого ПИД-регулятор на выбранной аппаратной платформе. Пропорциональный канал регулирования скорости вращения электродвигателя постоянного тока представляет собой ШИМ, в совокупности с нечетким корректирующим модулем, в основе которого заложен алгоритм нечеткого вывода Мамдани. Предварительная настройка регулятора осуществлялась с применением языка инженерных вычислений Matlab, т.к. это позволяет оценить адекватность реализованных моделей. В процессе тестирования было выявлено, что при входных параметрах функции принадлежности. Использование функций принадлежности треугольного вида при формализации входных и выходных лингвистических переменных в модели системы и интеллектуальном регуляторе, реализованном на микроконтроллере приводит к некоторому рассогласованию между выходными сигналами, описывающими переходные характеристики по скорости.

Преимущество использования аппаратной платформы Arduino заключается в её доступности на рынке, простоте языка программирования, в наличии и удобстве использования библиотеки eFLL, возможности подключения большого количества разных типов датчиков и исполнительных механизмов. Вместе с тем, необходимо отметить, что существенным недостатком библиотеки eFLL для дальнейших исследований при построении интеллектуальных систем, является отсутствие нечеткого логического вывода Сугено, использование центроидного метода приведения к четкости, а также применение функций принадлежности исключительно аппроксимированного вида.

Исследование влияния качества питающей сети на работу теплонасосных установок

Чащин И.С.
Научный руководитель — Елисеичев Е.А.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
ilya355404@gmail.com

Разумное потребление энергетических ресурсов в настоящее время — одна из наиболее актуальных задач. Решением данной задачи может быть применение новых энергосберегающих технологий, основанных на использовании нетрадиционных источников энергии. Одной из таких технологий является теплоснабжение и холодоснабжение при помощи тепловых насосов.

Полезный эффект работы теплового насоса складывается из теплоты, получаемой от низкопотенциального источника, и работы компрессора. Это означает, что компрессор теплового насоса — важная составляющая системы. В компрессоре теплового насоса используется асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Различные отклонения в питающей сети оказывают значительное влияние на работу двигателя, отсюда можно сделать вывод о важности требований к качеству питающей сети.

Все изменения, происходящие в сети питания асинхронного двигателя, оказывают существенное влияние на его характеристики. Пониженное напряжение сети снижает частоту и момент вращения асинхронного двигателя и как следствие пускового момента, что влечет за собой проблему запуска двигателя [1]. Вследствие увеличения тока двигателя и уменьшения напряжения на зажимах, происходит перегрев изоляции. Что в данных условиях ведет к сокращению срока службы двигателя.

Кроме того, несимметрия напряжения может вызвать токи обратной последовательности, что также сократит срок службы асинхронного двигателя. Стоит отметить, что при несимметрии напряжения мощность двигателя уменьшается, появляются дополнительные потери активной мощности и нагрев статора, что может привести к опасным вибрациям.

Следует подчеркнуть важность пуска компрессора, а именно: для запуска асинхронного двигателя необходимо подать пусковой ток в несколько раз больше номинального [2]. После запуска двигатель выходит на рабочие обороты, ток уменьшается до номинального значения. Запуск должен быть минимальным по времени, чтобы не произошло перегрева обмоток в двигателе.

Для снижения пусковых токов используют различные способы запуска двигателя, далее приведем их преимущества и недостатки:

1. Плюсом плавного запуска является уменьшение пускового тока в несколько раз и отсутствие скачков тока. Недостаток — снижение момента пуска.
2. Преимуществом запуска «звезда–треугольник» является снижения тока пуска в три раза, недостатком — снижение момента пуска и скачки тока.
3. Запуск с помощью трансформатора приводит к уменьшению пикового тока на квадрат напряжения. Помимо снижения момента пуска, как и у других способов, наблюдаются скачки тока при переходе от пониженного к номинальному напряжению.
4. Отсутствие скачков тока и номинального значения тока для пуска двигателя можно добиться с помощью частотного преобразователя, но этот способ очень дорогой и имеет пониженный пусковой момент.
5. Самым экономичным и простым является прямой способ запуска. При данном способе запуске не происходит снижение пускового момента, но требуется высокий ток пуска.

Из вышесказанного можно сделать вывод: при внедрении тепловых насосов для отопления или хладоснабжения предприятий, производственных помещений, жилых и офисных зданий и т.д. стоит обратить очень пристальное внимание на качество питающей сети и непосредственно на сам запуск двигателя компрессора для выбора оптимального режима работы. Немаловажным вопросом выступает регулирование скорости компрессора теплового насоса, который необходимо рассматривать более детально.

Список литературы:
1. Жакупов, Е.С. Анализ энергетических характеристик асинхронного двигателя и их влияния на энергосбережение насоса / Е.С. Жакупов // Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи: материалы IV российской молодежной научной школы-конференции, 1-3 ноября 2016 г., Томск: в 2 т. — Томск: ЦРУ, 2016. — Т. 1. — С. 91-94.
2. Ванурин, В.Н. Метод снижения пускового тока асинхронных электродвигателей / В.Н. Ванурин, К.А.-А. Джанибеков, К.Б. Пономаренко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2011. — № 8. — С. 26-27.

Способы устранения сквозных токов в однофазных транзисторных инверторах с цифровым управлением

Чернов Н.С., Благинин Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Крючков В.В.
МАИ, Москва
nicher94@mail.ru

Источники питания альтернативной энергетики – солнечные батареи, ветровые и приливные электростанции, топливные элементы, а также аккумуляторы на борту ЛА обеспечивают постоянное напряжение. Многим потребителям электроэнергии на борту ЛА и наземным объектам требуется переменное напряжение заданного качества, определяемого коэффициентом гармоник, согласно ГОСТ. Для преобразования постоянного напряжения в переменное используются инверторы. Инверторы применяются на борту ЛА для повышения качества напряжений питания различных систем и в качестве аварийных источников питания.

Проблема устранения сквозных токов – важный аспект разработки инвертора. Сквозной ток возникает в случае, когда один из силовых ключей стойки мостового коммутатора не успел закрыться, а второй силовой ключ уже открылся. Это влечет за собой протекание большого тока через стойку мостового коммутатора, перегрев и выход из строя транзисторных ключей. Поэтому анализ способов устранения сквозных токов является актуальным вопросом.

Системы управления, обеспечивающие работу силового каскада инвертора по заданным параметрам режима регулирования, могут быть аналого-цифровыми, либо полностью цифровыми. Используя аналого-цифровую систему управления сложно реализовать необходимые системы связи с центральным компьютером и другие необходимые интерфейсы. В этой работе рассмотрены варианты решения проблемы возникновения сквозных токов с помощью специальных алгоритмов работы цифровой системы управления и добавлением в цепь управления дополнительных элементов.

Результаты моделирования электродинамических процессов авиационного синхронного генератора повышенной мощности

Чикучинов Е.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Дежин Д.С.
МАИ, Москва
chikuchinov96@list.ru

Постепенная замена на современных летательных аппаратах пневмо- и гидросистем электротехническими аналогами, а также применение электронных систем управления, связи и навигации приводит к увеличению энерговооруженности летательных аппаратов.

Для того, чтобы удовлетворить нарастающие потребности в электрической энергии на борту летательного аппарата, необходимо создать генераторы повышенной мощности, которые позволяют уменьшить массогабаритные и увеличить энергетические показатели энергоустановки.

В системах электроснабжения повышенной мощности рационально использовать синхронные генераторы (СГ) с электромагнитным или магнитоэлектрическим возбуждением с непосредственным приводом от авиадвигателя.

Особенностью такой системы электроснабжения самолёта является отсутствие сложной и дорогостоящей интегральной привод-генераторной установки, которая имеет невысокий ресурс и КПД, низкий уровень ремонтопригодности, сложность конструкции и некоторые другие недостатки.

Отсутствие привода постоянных оборотов является достоинством системы переменного тока переменной частоты, так как повышается надёжность на уровне системы, благодаря уменьшению количества составных компонентов системы генерирования. Однако, отношение максимальной частоты вращения авиадвигателя, и, соответственно, генератора, к минимальной отличается примерно в два раза (например, 7200 – 16000 об/мин). При этом генератор должен обеспечивать номинальную мощность и перегрузку при минимальных оборотах, а на максимальных оборотах конструкция генератора должна обладать необходимой механической прочностью. В то же время, необходимо помнить, что для обеспечения минимальной массы, генераторы следует проектировать на максимально допустимые электромагнитные и тепловые нагрузки и частоты вращения, с учётом возможностей подшипниковых опор.

В работе рассматривается решение проблемы насыщения магнитопровода индуктора синхронного генератора с электромагнитным возбуждением мощностью 250 кВА с частотой вращения 7200…16000 об/мин. Используемые в настоящее время конструктивные схемы традиционного явнополюсного и неявнополюсного исполнения в генераторах постоянной частоты вращения не позволяют решить проблему насыщения генераторов повышенной мощности плавающей частоты и, следовательно, обеспечить необходимую выходную мощность. Одним из способов создания требуемого магнитного потока является изменение конструктивной схемы ротора при сохранении рассчитанных геометрических размеров преобразователя (диаметра ротора и его активной длины, которые ограниченны окружной скоростью и прогибом вала соответственно). При этом, необходимо использовать метод конечных элементов не только для проверки и подтверждения аналитических расчётов, но и для проектирования самого преобразователя.

В докладе представлены результаты аналитического и численного расчёта СГ с электромагнитным возбуждением мощностью 250 кВА с фазным напряжением 240 В и частотой 360…800 Гц. Представлена конструктивная схема синхронного неявнополюсного генератора с уменьшенным числом зубцов индуктора. Особенностью индуктора предложенной конструкции является наличие пазов различной ширины. Это уменьшает насыщение магнитопровода ротора в режимах, когда ток возбуждения максимален. Результаты динамического моделирования в программном продукте COMSOL Multiphysics подтверждают, что такая схема обеспечивает необходимый магнитный поток, напряжение и номинальную мощность 250 кВА во всём диапазоне частот вращения от 7200 до 16000 об/мин. При этом, распределение обмотки по пазам позволяет обеспечить синусоидальную форму входного напряжения. Также, для разработанной схемы получена зависимость необходимого тока возбуждения от частоты вращения ротора.

Анализ методик расчета конденсаторного компенсирующего устройства

Шаварин П.М., Бариев Р.И.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ-КАИ, Казань
pavel.shavarin@yandex.ru

Компенсирующее устройство является неотъемлемой частью любой современной электроэнергетической системы. Такое устройство позволяет снизить расходы на электроэнергию, открывает возможность применения в электрической сети проводов меньшего сечения, уменьшает нагрузку на трансформаторы и коммутационную аппаратуру.

На данный момент в промышленности наиболее распространены конденсаторные компенсирующие устройства. Такой тип компенсирующих устройств находит свое применение на производствах с так называемой "индуктивной нагрузкой"(трансформаторами, асинхронными двигателями, индукционные печи и так далее).

Нами был проведен анализ научно-технической литературы описывающей методы расчета и выбора конденсаторного компенсирующего устройства. В ходе анализа было выявлено отсутствие единого метода расчета, который включал бы в себя все нюансы. Также нами было отмечено, что ни один из приведенных расчетов не сводится к выбору реально существующего компенсирующего устройства, производимого сегодня.

Таким образом, существует потенциал развития методик расчета конденсаторных компенсирующих устройств. Стоит необходимость создание единой методики расчета, которая бы учитывала специфику большинства электроэнергетических систем. Также стоит острая необходимость в создании полной базы изготавливаемых промышленностью компенсаторных установок, которая включала бы установки как со ступенчатой, так и плавной регулировкой косинуса угла сдвига фаз между током и напряжением. База должна описывать технические характеристики компенсационных установок, а также давать информацию об их актуальной стоимости. Это позволит не только упростить выбор и сделает его наиболее экономически выгодным.

Проблема чрезмерного потребления природных ресурсов одна из наиболее серьезных проблем человечества. Создание открытой базы и единой методики способно упростить расчет и выбор компенсирующих установок. На основе нового метода можно создать программу автоматического расчета, что ещё больше упростит расчет и выбор, а также подстегнет потребителей электроэнергии к использованию компенсирующих установок, что в конечном счете скажется на экологии планеты.

Нечеткая логика на ПЛК

Шевченко М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черный С.П.
КнАГУ, Комсомольск-на-Амуре
rewko12@gmail.com

Возможности программируемых логических контроллеров всегда ограничены используемой памяти. С развитием индустрии производства контроллеров их память увеличилась, но все равно имеются ограничения.

Использование нечеткой логики в программируемых логических контроллерах, влечет за собой ряд проблем, поскольку нечеткий регулятор имеет в своей простом представление фаззификацию, нечеткий логический вывод, и дефазификацию. Поскольку программируемый логический контроллер ограничен в памяти, необходимо правильно его подобрать, таким образом, чтобы для всех блоков нечеткой логики включая количество правил, хватило используемой памяти, а также чтобы контроллер поддерживал нечеткую логики, если же контроллер контролер поддерживает нечеткую логики, то стоит обратить внимание на то, со скольким количеством правил и объёмом блоков данных, способен работать контроллер.

Контроллеры семейства Siemens, имеет для работы с нечеткой логикой пакет FuzzyControl++, он позволяет работать с системами нечеткой логики, которые в свою очередь реализованы на базе систем автоматизации SIMATIC S7/C7/WinAC и SCADA системами SIMATIC WinCC. В основу этого пакета, применяемого в нечеткой логики лежат инструментальные средства конфигурирования и готовые функциональные блоки. Средства на программаторе имеют удобный функционал и поддерживают связь по MPI интерфейсу, при использование определенного программного обеспечения для PROFIBUS. Настройка параметров нечеткой системы происходит при выборе соответствующей позиции из меню на основе правил ЕСЛИ-ТО, и выбором ряда числовых значений для анализа с текущими значениями входных и выходных сигналов. Изменение выходного сигнала в функции от двух входных переменных может быть отображено в виде 3D-поверхности, так же могут выводится

графики изменения входных и выходных сигналов, эти функции позволяют проводить анализ и диагностики неисправностей, полученные данные сохраняются в архиве.

Через пакет FuzzyControl++ есть возможность осуществлять связь между нейросетями и нечеткими системами. Благодаря этой функции нечеткие системы могут быть оптимизированы на базе текущих значений. Назначение стандартных функциональных блоков в нечеткой системе аналогично что и при системах классической автоматизации, но позволяют работать с различным объёмом памяти и проводить проверку определенного количества правил, блок FB 30 способен работать с данными до 4 Кбайт и проводить проверку до 200 правил, при превышении нечеткой системы этих ограничений появляется запаздывание, что сказывает на работе всей системы, для более мощных нечетких систем можно использовать блок FB 31 он уже позволяет работать с объёмом данных до 20 Кбайт и проводить проверку до 2000 правил. Но этот блок доступен на системах S7-400 и WinAC.Время выполнения зависит от количества правил, входов и выходов, а также типом центрального процессора, но минимальное время для блок FB30 который используется в системе с S7-300 равное 13 мс, а блок FB31 показывает уже лучший результат и минимальное время выполнение 1.8 мс.

Программируемый логический контроллер при использование его в нечетких системах управление необходимо выбирать так чтобы, время затраченное на выполнение кода нечетких функциональных блоков в контроллере не было больше чем время работы всей системы, иначе будет появляется транспортное запаздывание.

Список литературы:

1 Иванкова, Е.П. Оптимизация распределения функций принадлежности при синтезе нечеткого регулятора для систем управления тепловыми процессами / Е.П. Иванкова, В.Г. Косицын, В.А. Соловьев, С.П. Черный — Журнал 1(5) "Информатика и системы управления". — Благовещенск 2003

2 Соловьев, В.А., Черный С.П. Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами / В.А. Соловьев, С.П. Черный; — Владивосток: «Дальнаука», 2010. – 280 с.

3 Черный, С.П. Нечеткая многокаскадная система управления электроприводом постоянного тока / С.П. Черный, Д.А. Новак – Электротехнические комплексы и системы управления, Воронеж: Издательский дом «Кварта», 2012, №4 (28), С. 56-60

Разработка электромагнитного тормоза для стабилизации частоты вращения аварийной авиационной ветроэлектрической установки

Широков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Дежин Д.С.
МАИ, Москва
shniderman@yandex.ru

Повышение надёжности системы электроснабжения самолёта и как вследствие безопасности полёта является одной из основных задач развития авиационной техники. В настоящее время широко используется резервирование электроэнергии на борту воздушного судна, а также применяются дополнительные аварийные системы генерирования. Аварийными источниками электроэнергии являются аккумуляторная батарея и генератор ветроэлектрической установки. Аккумуляторная батарея является источником электроэнергии с ограниченным временем работы, зависящим от различных факторов. Поэтому использование аккумуляторных батарей без аварийных генераторов не гарантирует безопасного завершения полёта при отказе основных генераторов [1].

В работе рассматривается аварийная система генерирования на основе авиационной ветроэлектрической установки (АВЭУ), которая обеспечивает электроэнергией устройства и системы необходимые для посадки самолёта в случае отказа других систем генерирования [2]. АВЭУ состоит из бесщеточного генератора переменного тока, воздушной турбины, приводимой во вращение встречным потоком воздуха, и центробежного регулятора. Центробежный регулятор осуществляет стабилизацию частоты вращения за счёт изменения

угла поворота лопастей. Данный регулятор в силу низкого быстродействия не способен полностью стабилизировать частоту вращения, а способен лишь ограничить диапазон её изменения. Из-за этого накладываются жесткие требования на пилотирование самолёта с выпущенной генераторной ветроустановкой. В качестве нового технического решения для более глубокой и быстрой стабилизации частоты вращения вала АВЭУ авторы исследовали возможность применения электромагнитного тормоза (ЭМТ).

В работе рассмотрен принцип действия электромагнитного тормоза и его применение для стабилизации частоты вращения АВЭУ. Предложен пример конструкции ЭМТ и проведен расчёт картины распределения магнитных полей методом конечных элементов в программе «COMSOL Multiphysics». конечно-элементный анализ магнитного поля. Проведено исследование различных материалов ротора ЭМТ и получены аналитические зависимости тормозного момента от тока возбуждения и частоты вращения АВЭУ.

Список литературы:

1. Кашин Я.М., Кашин А.Я., Князев А.С. Современное состояние аварийных авиационных турбин и их классификация // Вестник Адыгейского государственного университета, серия 4: Естественно-математические науки. – 2017. – Выпуск 1 (196). – С. 111-121.

2. Широков А.А., Дежин Д.С. Разработка системы генерирования аварийной ветроэлектрической установки. «Гагаринские чтения – 2019»: Сборник тезисов докладов. – М.: МАИ, 2019. – С. 486-487.

Исследование рабочих параметров высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) катушек, работающих на переменном токе в магнитном поле

Шишов И.М., Малевич Н.А.
Научный руководитель — к.т.н. Иванов Н.С.
МАИ, Москва г
dumbassson556@gmail.com

Потребление электричества в мире растет с каждым годом, это вызывает необходимость в постоянной модификации систем генерирования, передачи и преобразования электроэнергии. В 1911 году нидерландскими учеными был открыт эффект сверхпроводимости, позволяющий снизить сопротивление электрического проводника практически до нуля, при условии его работы в крайне низких температурах (4,2К-77К). На сегодняшний день наибольший интерес для применения в технических системах представляет высокотемпературная сверхпроводимость. Такие системы могут обладать улучшенными массогабаритными характеристиками по сравнению с традиционными электротехническими системами. В частности, эффект сверхпроводимости может быть применен в электрических машинах. Например, обмотки ротора и статора генератора могут быть выполнены из высокотемпературной сверхпроводящей ленты, что позволит увеличить электромагнитные нагрузки машины. Однако, токонесущая способность ВТСП ленты имеет сложную зависимость от таких параметров, как температура и магнитная индукция. Кроме того, критический ток катушки из ВТСП ленты зависит от её конструкции. В связи с этим, для разработки таких изделий необходимо проводить расчеты с помощью метода конечно-элементного анализа, а затем верифицировать их с помощью эксперимента.

В данной работе приведены результаты испытаний различных ВТСП катушек, питаемых постоянным и переменным током, при воздействии внешнего магнитного поля и без него. В результате определен критический ток катушек и потери при протекании переменного тока в зависимости от приложенного магнитного поля. Разработанная конечно-элементная модель катушки верифицирована по результатам эксперимента. Некоторые результаты исследований были опубликованы в [1].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №18-79-00306).

Список литературы:

1. S. Zanegin, N. Ivanov, D. Shishov, I. Shishov, K. Kovalev,V. Zubko. Manufacturing and Testing of AC HTS-2 Coil for Small Electrical Motor. Journal of Superconductivity and Novel Magnetism, volume 33, 2020, pp. 355–359.

Направление №4 Информационно-телекоммуникационные технологии авиационных, ракетных и космических систем

Секция №4.1 Проектирование радиотехнических устройств

Использование программно-определяемой радиотехники в CubeSats для космических и наземных телекоммуникаций

Harraka J.E.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Малышев В.В.
МАИ, Москва
johnnyx83@gmail.com

Поскольку интерес к наноспутникам (CubeSats) в настоящее время постоянно растет, где основными факторами проектирования являются размер, масса, стоимость и энергопотребление, многие университеты и другие организации по всему миру инвестируют в этот вид космической техники для различных применений, таких как исследование космоса и наблюдение Земли, благодаря его недорогому внедрению и запуску.

Одним из важных аспектов, который необходимо учитывать при построении любого типа спутников, является система связи, обеспечивающая передачу данных между бортовыми системами спутников и конечными пользователями. Принимая во внимание, что характеристики спутниковых каналов весьма изменчивы из-за атмосферных и ионосферных эффектов, особенно на низких околоземных орбитах, необходимо разработать усовершенствованные системы связи, которые могут адаптироваться к изменяющимся характеристикам, например, изменяющимся модуляциям, уровням мощности или несущей частоте на лету.

Программно-определяемое радио (SDR) — это гибкая технология, которая позволяет создавать адаптивные системы связи, так что один универсальный аппаратный дизайн можно использовать в универсальных протоколах связи, просто изменяя частоты, схемы модуляции, мощность и скорости дискретизации данных.

Следовательно, применение концепции SDR к CubeSats имеет много преимуществ, таких как низкое энергопотребление, небольшой размер, малый вес, повышенная пропускная способность данных при нисходящем или восходящем соединении за счет изменения параметров связи и использования одного аппаратного реализации для многих миссии, просто обновляя программное обеспечение по воздуху и делая возможным повторное использование аппаратной платформы для нескольких миссий с различными требованиями, что ускорит и упростит разработку малых спутниковых систем связи в ближайшем будущем.

В настоящей работе описана необходимость разработки гибких систем спутниковой связи, в частности для спутников типа CubeSats. Различные платформы и конструкции SDR анализируются для использования в CubeSats в сложных сценариях; как для космических аппаратов, так и для наземных станций.

Наконец, переданный 4k8 GFSK телеметрический сигнал спутника Lucky-7, это чешский CubeSat, который запущен 5 ого июля 2019 года вместе с метеорологическим российским спутником Метеор М2-№2 и несколькими другими малыми спутниками на ракете-носителе "Союз-2-1б" с разгонным блоком "Фрегат-М" с космодрома Восточный, сигнал был принят на частоте 437,525 МГц с помощью RTL-SDR устройства и соответствующей антенны, после чего сигнал был декодирован на ПК для получения телеметрических информацией, таких как ориентационные углы, положение и некоторые другие датчики.

Список литературы:
1. E. Grayver, A. Chin, J. Hsu, S. Stanev, D. Kun, and A. Parower, “Software defined radio for small satellites,” in 2015 IEEE Aerospace Conference, March 2015, pp. 1–9.
2. NASA, “Small Spacecraft Technology State of the Art” no. February, pp. 1–197, 2014. URL: http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/Small-Spacecraft-Technology-State-of-the-Art-2014.pdf
3. “Gomspace software defined radio,” https://gomspace.com/Shop/payloads/software-defined-radio.aspx
4. M. R. Maheshwarappa, “Software defined radio (SDR) architecture for concurrent multisatellite communications,” Ph.D. dissertation, University of Surrey, 2016.
5. Харрака Джонни, тезисы доклада «Приём изображений с метеорологических спутников NOAA и метеор-м2 при использовании SDR технологии», 17-ую международную конференцию «Авиация и космонавтика», МАИ, Москва, 2018 г.
6. Харрака Джонни, тезисы доклада «Разработка программного приёмника ГНСС с использованием радио устройства SDR и мобильного телефона», XLV международную молодёжную научную конференцию «Гагаринские чтения», МАИ, Москва, 2019 г.
7. Jakobsson, Carin, and Olof Sjödin. SDR Implementation for Satellite Communication. 2017, URL: http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-214741
8. SDR Radio, URL: https://www.sdr-radio.com/
9. Lucky-7, URL: http://lucky7satellite.org/

Анализ токов заряда и утечки при испытаниях танталовых конденсаторов

Алыков А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сашов А.А.
АО «Российские космические системы», Москва
aan1994@bk.ru

Высокие требования к надежности бортовой аппаратуры ракетно-космической и авиационной техники обеспечивают необходимость особо тщательного контроля комплектующих компонентов. Одним из широко применяемых компонентов являются танталовые конденсаторы, благодаря высокой удельной емкости и стабильности характеристик при изменении температуры и напряжения. Однако, существенным недостатком такого типа элемента является вероятность отказа с образованием короткого замыкания между обкладками с последующим взрывом конденсатора [1]. Кроме того, вероятность выхода из строя всего прибора напрямую зависит от количества используемых компонентов. Таким образом надежность танталовых чип-конденсаторов, используемых в космическом приборостроении, имеет достаточно сильное влияние на надежность бортовой аппаратуры в целом.

Учитывая индуктивность и сопротивление проводников, ограничение силы тока, условия проведения испытаний конденсаторов на производстве могут оказаться более щадящими по сравнению с условиями функционирования в реальном устройстве (реальный ток заряда может в разы превышать значение тока при тестировании) [2]. Таким образом, дефекты, проявляющиеся при больших токах, не будут выявлены при тестировании, но могут привести к выходу конденсатора из строя в приборе.

Отказы конденсатора, проявляющиеся при включении цепей питания, зачастую связаны с наличием дефектов в приграничных слоях диэлектрика. Испытания на импульсный заряд позволяют приблизить условия тестирования конденсаторов к реальным условиям функционирования и выявить данный тип дефектов.

Одним из наиболее перспективных реализаций данного метода является заряд конденсатора с отслеживанием импульса тока. Данный метод позволяет отбраковать элементы, импульс тока заряда которых имеет аномальную форму, а также конденсаторы, сохраняющие большой ток утечки после заряда.

В последнее время начала активно развиваться диагностика электронных компонентов на основе измерений изменяющейся по закону 1/f спектральной плотности мощности фликкер-

шума тока. Данный вид шума на низких частотах в несколько раз превышает уровень теплового и дробного шума, что позволяет отслеживать его изменение. По результатам последних исследований уровень 1/f шума зависит от количества дефектов в структуре объекта [3]. Более того, при помощи шумовых измерений можно обнаружить дефекты, которые невозможно определить электрическими или оптическими методами. Таким образом данный метод является мощным инструментом для неразрушающего исследования потенциально ненадежных компонентов.

Исследование и моделирование преобразователя частоты X-диапазона с подавлением зеркального канала

Бобков В.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ушкар М.Н.
МАИ, Москва
val94@inbox.ru

Разработка приёмных трактов современных РЭС, построенных по супергетеродинному принципу, предполагает обоснованный выбор варианта построения преобразователя частоты.

В работе рассматривается моделирование и выбор преобразователя частоты с подавлением зеркального канала. Выбор проводился путем сравнительного анализа трёх вариантов преобразователя частоты:

1) С использованием преселектора;
2) С двойным (и более) преобразованием частоты;
3) С фазовым методом подавления зеркального канала.

Моделирование выполнялось с помощью программы AWR Design Environment.

Для сравнительной оценки эффективности вариантов схемы преобразователя были использованы следующие параметры: потери на преобразование, коэффициент подавления зеркального канала и стабильность частоты. Анализ результатов моделирования показал, что оптимальной является схема с фазовым методом подавления зеркального канала.

На величину подавления зеркального канала в преобразователе частоты с фазовым подавлением влияет фазовый и амплитудный разброс в смесителях и в топологии платы. Поэтому необходимо обеспечить наибольшую идентичность квадратурных каналов.

С помощью программы Ansoft HFSS было проведено трехмерное электромагнитное моделирование делителя мощности и квадратурного моста Ланге для требуемого диапазона частот. Также был рассчитан низкочастотный квадратурный сумматор мощности на трансформаторе с ферритовым сердечником, который необходим для объединения квадратурных сигналов промежуточной частоты в один сигнал выходной сигнал. Были выбраны смесители и усилитель для реализации преобразователя частоты с фазовым подавлением зеркального канала.

Параметры преобразователя частоты с фазовым подавлением зеркального канала, полученные в результате моделирования и расчетов, удовлетворяют требованиям технического задания. Следующим этапом работы будет разводка топологии платы, изготовление макетного образца и измерение параметров.

Расширение возможностей аналитической модели расчёта узкополосных согласующих цепей на основе вариативного множества решений

Виноградов В.В., Скворцов М.П.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва», Рыбинск
vladimirvinograd98@yandex.ru

Активное развитие систем связи базируется на достижениях элементной базы СВЧ, а также на аддитивных и печатных технологиях формирования требуемой топологии

компонентов с распределёнными параметрами. Вместе с тем, в современных и перспективных разработках активно применяются компоненты с сосредоточенными параметрами, такие как ёмкости и индуктивности, благодаря высокому качеству и стабильности их параметров. Особенностью любой как пассивной, так и активной СВЧ разработки является необходимость согласования комплексных сопротивлений с целью получения качественного сигнала, преобразования и обработки данных. Согласования требуют не только сигнальные, но и силовые электрические цепи [1].

Наиболее часто в практике автоматизированного проектирования в качестве согласующих цепей используются узкополосные реактивные трансформаторы сопротивлений. В практике проектирования используется несколько вариантов аналитического расчёта. Наибольший интерес с точки зрения автоматизированного расчёта представляют универсальные методики, одна из которых рассмотрена в [2, 3].

Ранее в [1, 3, 4, 5] были рассмотрены особенности применения этой методики и устранение ограничений при её использовании для расчёта в «зонах недосягаемости», т.е. при переходе от цепей вида LC, CL к цепям вида LL и CC. Там же было высказано предложение сохранить, как наиболее универсальный для автоматизированного расчёта, только вариант вычисления номиналов элементов согласующей цепи через комплексные проводимости. Действительно, с точки зрения проектировщика нет никакой разницы, что принимать за генератор и нагрузку, т.к. шунтируется всегда большее по активной составляющей или по модулю комплексное сопротивление. Исключение составляют случаи, когда цепь согласования вырождается в конструкцию, содержащую единственный реактивный элемент (ёмкость или индуктивность), последовательно включённый между генератором и нагрузкой, например, при равенстве активных и различии реактивных составляющих комплексных нагрузок – в этом случае шунт не используется.

Дальнейшее развитие описанной в [1, 3, 4, 5] компьютерной модели реализации аналитического метода [2] заключалось в выполнении независимого расчёта как по прямой (через сопротивления), так и по обратной (через проводимости) методикам. Такой подход позволил сформировать матрицу возможностей, аккумулирующую все доступные варианты реализации согласующей цепи, не имеющей комплексных или отрицательных номиналов реактивных компонентов, а также не реализуемых на практике значений, например, индуктивностей в сотню и более Гн. При этом шунтированию подвергались как генератор, так нагрузка без выделения больших или меньших активных сопротивлений или комплексных модулей.

Последовательная обработка матрицы возможностей, позволила существенно расширить количество доступных для практических реализации вариантов. В частности, в выходной матрице доступных реализаций, помимо «вырожденных» до одного последовательного реактивного компонента, появились варианты с единственным шунтирующим элементов (параллельно включённой ёмкостью или индуктивностью).

Все варианты возможных решений были проверены с помощью визуального проектирования на основе электронной диаграммы Вольперта-Смита, доказав свою состоятельность. Дальнейшее развитие компьютерной модели планируется развивать в направлении расчёта полных параметров реализуемых вариантов согласующих цепей и замены расчётных значений на номинальные значения рядов промышленно выпускаемых реактивных электронных компонентов.

Список литературы:

1. Особенности аналитического компьютерного расчёта и моделирования согласующих СВЧ трансформаторов в «зонах недосягаемости» / Сахарчук В.В., Печаткин А.В. // Материалы II ВННК "Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований". В 2-х частях, Часть 2. Комсомольск-на Амуре: ФПБОУ ВО «КнАГУ». С. 438-440

2. Шварц Н.З. Линейные транзисторные усилители СВЧ [Текст]. – М.: Сов. радио, 1980.

3. Автоматизированное проектирование и моделирование согласующих цепей / Сахарчук В.В., Ильин Е.А. // Микроэлектроника и информатика – 2019. 26-я Всероссийская

межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов: тезисы докладов. М.: МИЭТ, 2019. С. 150

4. Устранение недостатков аналитического расчёта узкополосных цепей согласования с помощью визуального проектирования на основе электронной диаграммы Вольперта-Смита / Сахарчук В.В., Ильин Е.А., Печаткин А.В. (0,4) // Сборник тезисов докладов XLV ММНК "Гагаринские чтения-2019". М.: МАИ, 2019. С 500-501

5. Модернизация аналитической модели для инвариантного расчёта узкополосных согласующих трансформаторов на сосредоточенных компонентах / Сахарчук В.В., Ильин Е.А., Печаткин А.В. // Материалы IV Всероссийской молодёжной научной конференции "Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития", посвящённой "Дню радио и связи". Тамбов: ФГБОУ «ТГТУ». С. 47-49

Снижение уровня кроссполяризации и радиолокационной заметности микрополосковых антенн основанное на анализе характеристических мод

Евсеев Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гринев А.Ю.
МАИ, Москва
evseev.dmitr@gmail.com

Микрополосковые антенны и антенные решетки являются широко применяемым типом антенных устройств в ракетно-космической технике. Преимущества микрополосковых антенн известны: низкая стоимость, масса-габаритные характеристики, низкопрофильность, технологичность и т.д. К основным недостатком микрополосковых антенн стоит отнести высокий уровень кроссполяризационного излучения, которое приводит к снижению точности пеленгования [1]. В том числе, следует отметить, что микрополосковые антенные решетки преимущественно являются плоскими, что приводит к высокому уровню их радиолокационной заметности за счет особенности конструкции.

В данной статье, микрополосковая антенна анализируется при помощи теории характеристических мод. Производится расчет модальных весовых коэффициентов (MWC) различных типов мод, возникающих в рабочей полосе частот антенны. Дополнительно в результате подобного анализа получены распределения токов на рассматриваемой антенне, характерные для каждой конкретной моды, возникающей в рабочей полосе частот. В конечном итоге, основываясь на информации о распределения токов по поверхности микрополосковой антенны в её конструкцию вводится дефект, позволяющий уменьшить модальный весовой коэффициент побочных мод не влияя на основной режим работы. Уменьшение уровня кроссполяризации и радиолокационной заметности происходит за счет подавления побочных мод излучения в рабочей полосе антенны.

Электродинамическое моделирование проведено на одиночном излучателе, излучателе в составе модели бесконечной антенной решетки и микрополосковой антенной решетке (4 на 4 излучателя). Получено распределение токов на поверхности рассматриваемых типов антенн для каждой моды в полосе рабочих частот. Проведена оптимизация геометрии и локализации вводимого в излучатель дефекта. В результате введения дефекта, уровень кросс поляризации и радиолокационной заметности в рабочей полосе частот антенны удалось снизить на 2 dB и более.

Моделирование рупорной антенны в электродинамической среде CST Studio

Кислякова Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Скачков В.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
ekislakova0@gmail.com

Пирамидальные рупорные антенны являются наиболее простыми широкополосными антеннами и представляют собой прямоугольный волновод расширяющегося сечения с раскрывом. Такие антенны хорошо согласуются с возбуждающей линией передачи, имеют высокий коэффициент усиления, а их диаграмма направленности имеет малый уровень задних лепестков, что определяет их широкое применение в качестве первичных излучателей. Рупоры могут использоваться как самостоятельно, так и в качестве эталонных или измерительных антенн при определении параметров других исследуемых антенн. [1]

В связи с широким распространением радиосистем, в настоящее время есть необходимость в программах, предназначенных для их проектирования. Одной из таких программ является CST Studio Suite. Данная среда электродинамического моделирования включается в себя различные модули, необходимые для решения многих типов задач электродинамики. Для моделирования рупорной антенны используется модуль CST MICROWAVE STUDIO, предназначенный для быстрого и точного численного проектирования высокочастотных устройств. [2] В данной работе рассмотрен метод моделирования рупорной антенны и измерение её радиотехнических характеристик при использовании различных материалов конструкции.

Моделирование антенны необходимо начать с расчета волноводно-коаксиального перехода. Опыт проводился для рабочей частоты 10 ГГЦ. Отметим, что при проектировании данного перехода основным вопросом является правильное согласование коаксиального кабеля с прямоугольным волноводом, качество которого определяет значение коэффициента стоячей волны (КСВ). Исходя из этого по рассчитанному волновому сопротивлению волновода определялась высота штыря и диаметр его внутреннего проводника. В качестве диэлектрика был использован фторопласт. [3] Далее были рассчитаны размеры раскрыва рупора.

По результатам моделирования антенны, КСВ на рабочей частоте получен близким к 1, что говорит о том, что КПД данной системы близок к максимальному.

Приведенные выше параметры были получены для рупорной антенны из идеально проводящего металла. Заменив материал на латунь, проводим тот же анализ. Как видно, значения КСВ ухудшилось.

Таким образом, в ходе работы была смоделирована рупорная антенна с волноводно-коаксиальным переходом в программе CST Studio на рабочей частоте 10 ГГЦ с параметрами, удовлетворяющими техническим требованиям. При оценке такой антенны из разных материалов следует отметить, что при изготовлении антенны из металлов меньшей проводимости, её характеристики ухудшаются.

Список литературы:

1. Рупорная антенна. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0 (дата обращения: 02.02.2020).

2. Курушин А.А., Пластиков А.Н. Проектирование СВЧ устройств в среде CST Microwave Studio. – МЭИ, Москва, 2011

3. Заикин И.П., Тоцкий А.В., Абрамов С.К. Проектирование антенных устройств систем связи. Учебное пособие. – Харьков, 2007

Исследование новых видов сигналов для автомобильных радаров со структурой MIMO

Кофанов А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нуждин В.М.
МАИ, Москва
alexandr.kof@mail.ru

Исследование новых видов сигналов для автомобильных радаров со структурой MIMO.

В связи с проблемами безопасности движения транспортных средств и способов автоматического управления. В современном мире идет активное развитие и разработка автомобильных радиолокационных станций.

Целью данного исследование является комплексное сравнение и выбор альтернативного вида сигнала для современной структуры MIMO-РЛС[1].

В данной работе рассмотрена главная проблема MIMO-РЛС- разделение нескольких передаваемых сигналов в приемных устройствах для создания виртуальной антенной решетки[2] при неизвестных параметрах, таких как: время прихода (запаздывания) и смещение частоты. Связанное с особенностью режима работы РЛС.

Существующие методы разделения каналов такие как: частотное или временное, имеют огромные недостатки, из-за временного разделения существенно снижается поток поступающей информации об окружающей среде (оценка Допплеровской частоты смещения) и снижается энергетика сигнала, при одинаковой мощности излучаемого сигнала. Частотный метод требует полосу порядка эффективной ширины спектра ЗС для каждого отдельного канала, что не представляется возможным для технической реализации в реальной системе.

Предоставлен анализ современного метода разделения каналов основанного на кодировании периодов ЛЧМ последовательностью Уолша, который имеет существенный недостаток при использовании в РЛС, сокращение диапазон определения однозначной скорости объекта.

В работе предложены и проанализированы альтернативные виды сигналов для использования в MIMO-РЛС. Разработана функциональная схема и алгоритм обработки каждого вида сигнала:

1. Последовательность периодов ЛЧМ модулированная кодом типа М-последовательность.
2. Ступенчатая ЧМ рандомизированная последовательностями типа Костаса. [3]
3. Последовательность периодов ЛЧМ модулированная по частоте последовательностями типа Костаса. [3]

Выводом данной работы является, что применение и обработка альтернативных видов сигнала решает проблему уменьшения диапазона определения радиальной скорости цели.

Применение модулирования М-последовательностью отдельных периодов ЛЧМ дает УБЛ по Допплеру уровня 1/ √N. Ступенчатая ЧМ рандомизированная последовательностями типа Костаса значительно уменьшает вычислительную мощность обработки сигнала, но накладывает уровень шума порядка -20 Дб. Применение модуляции ЗС последовательности периодов ЛЧМ модулированных по частоте последовательностями типа Костаса имеет УБЛ по Допплеру уровня 1/N.

Список литературы:

1. MIMO radar signal processing / Jian Li, Petre Stoica; Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
2. О новых и старых идеях в радиолокации: MIMO РЛС/ В.С. Черняк.
3. Radar signals / Nadav Levanon, Eli Mozeson; Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Разработка метода определения интегральной взрывоопасности смесей горючих газов

Кумачева Е.А.
Научный руководитель — д.т.н. Баранов А.М.
МАИ, Москва
catalina-kumacheva@ya.ru

В настоящее время для решения задачи детектирования состава окружающей среды применяются газоанализаторы, которые при наличии в смеси метана или какого-либо другого горючего газа в воздухе измеряют их концентрацию, чтобы предотвратить вероятность взрыва углеводородов, который может произойти, если концентрация газа достигнет НКПР — нижний концентрационный предел распространения пламени. В частности, для метана (CH4) НКПР = 5%, этана (C2H6) НКПР= 3%, бутана (C4H10) НКПР= 1,8%.

Однако во многих случаях при проведении измерений интерес представляет не абсолютное значение концентрации газов, а как, например, в случае взрывоопасных газов, риск их взрыва (воспламенения). Проблема заключается в том, что часто приходится иметь дело со смесями, в которых концентрация отдельных газов неизвестна, а, следовательно, неизвестна и вероятность взрыва. Определение концентрации того или иного газа в смеси является сложной задачей, к тому же обычно газовые сенсоры не различают отдельные углеводороды в газовой смеси.

Разрабатываемый в рамках данной работы метод позволяет решить проблему взрывоопасности смеси газов в среде, не зная состав, концентрацию и тип углеводородов в смеси. Предлагаемый способ основывается на том факте, что теплота сгорания различных углеводородов при концентрации 100% НПВ (нижний предел взрываемости) в воздухе отличается менее чем на 10%, если сжигается один и тот же объем углеводородов. Поэтому можно определить взрывоопасность углеводородной газовой смеси независимо от её точного состава.

Отличительной особенностью разрабатываемой методики является возможность определения процента взрывоопасности смеси по количеству тепла, выделяющегося при сгорании известного объема газа, попавшего в реакционную камеру каталитического датчика, к которому поток газа ограничен отверстием. Тепло, выделяющееся в процессе горения смеси газов, изменяет температуру, а, следовательно, и сопротивление каталитического датчика, что, в свою очередь приводит к изменению его отклика. Таким образом, измеряемым параметром является зависимость отклика каталитического датчика от времени. Т.о. результатом будет не одно значение сопротивление, а зависимость изменения сопротивления от времени сгорания углеводородов, на основе которой можно вычислить количество тепла, выделяющегося при каталитическом сгорании

Ещё одной особенностью предложенного метода является использование только одного термокаталитического датчика для измерения взрывоопасности среды, что позволит снизить энергопотребление.

Определение количества выделившегося при сгорании углеводородов тепла проводится путем измерения отклика сенсора в процессе нагрева до рабочей температуры и определяется как разность интегралов отклика сенсора от времени нагрева чувствительного элемента в присутствии и отсутствии горючих газов. Температура чувствительно элемента сенсора вычисляется путем измерения сопротивления платинового нагревателя. При этом применяется метод импульсного нагрева чувствительного элемента каталитического сенсора, при котором используется 2-х стадийные импульсы нагревающего напряжения длительностью 0.1-0.5 сек и амплитудой 0.5 — 2 В. За счет электрической схемы, сопротивление сенсора конвертируется в выходное напряжение, которое преобразовывается в цифровой сигнал и анализируется. Проведение измерений в большем количестве точек позволяет извлечь больше информации из сигнала сенсора, которая напрямую связана с составом измеряемой смеси горючих газов.

Измерения отклика сенсора проводятся по схеме делителя напряжения. Для проведения измерений сенсор Rt встраивается в цепь делителя напряжения с резистором R. Измеренное значение является разницей между компенсирующим напряжением и напряжением на сенсоре.

Дальше все зависит от калибровки сенсора: если знать точную концентрацию измеряемого газа, то можно определить, на сколько увеличилась температура, измеряемая в данном случае в милливольтах. На основе этого отклика можно рассчитать концентрацию газа. Каждый газ имеет свой отклик сенсора, поэтому перед проведением измерений сенсор калибруется.

Калибровка происходит следующим образом: в известный объем запускается газ с известной концентрацией и измеряется количество выделившегося тепла, которое затем измеряется и значение заносится в память сенсора. В дальнейшем эти данные используются для определения неизвестной концентрации газа.

Программно-аппаратный модуль расчетной оценки характеристик безотказности радиотехнических устройств искусственных спутников Земли на основе технологии ПЛИС

Мухаметов Р.Р., Королев П.С.
Научный руководитель — к.т.н. Полесский С.Н.
ВШЭ, Москва
rrmukhametov@edu.hse.ru

Одним из наиболее перспективных методов по оценке безотказности радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) на этапе проектирования искусственных спутников Земли (ИСЗ) является метод имитационного моделирования Монте-Карло [1]. Однако существующие его программные реализации не характеризуются высокой точностью и достоверностью расчётов, что подтверждается на этапах приёмо-сдаточных испытаний, а в особых случаях во время эксплуатаций [2].

Поэтому целью данной работы является повышения точности и достоверности численной оценки безотказности РЭА. В качестве объекта исследования будет использована система электроснабжения ИСЗ.

Оценка характеристик безотказности в существующих подходах обеспечения безотказности РЭА сводится либо к анализу дерева отказов, либо к структурной схеме надёжности. Однако, проводить оценку характеристик безотказности также возможно с помощью логической схемы РЭА, которая может быть получена из структурной схемы надёжности. В разрабатываемом модуле планируется использовать логическую схему РЭА.

Для достижения поставленных целей предлагается использовать технологию программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС). Для её программирования будет использован программный комплекс (ПК) от компании National Instruments LabVIEW с применением специального модуля для программирования ПЛИС – LabVIEW FPGA. Данные технологии позволят повысить точность оценки безотказности РЭА. В качестве ПЛИС был выбран Xilinx Zynq-7010, так как он уже встроен в многофункциональную платформу NI myRIO-1900 [3], которая имеет поддержку ПК LabVIEW, что облегчит программирование ПЛИС.

Так как в основе метода Монте-Карло лежит генератор случайных чисел, то для повышения достоверности оценки безотказности нужно создать такой генератор случайных чисел, который будет соответствовать равномерному закону распределения и иметь достаточно высокий период повторения случайных величин, а именно не ниже 4 миллиардов. В качестве основы такого генератора предлагается использовать сдвиговые регистры с линейной обратной связью с использованием примитивных многочленов, что облегчит увеличение периода повторения, так как всё что потребуется сделать – это увеличить степень многочлена. Так как в ПК LabVIEW самый большой тип целых чисел без знака является

«unsigned quad», хранящий 2^64-1 значений, то можно увеличить степень многочлена до 64 и получить период повторения превышающий 18 квинтиллионов значений.

Чтобы убедиться в том, что разрабатываемый генератор случайных чисел достаточен для реализации поставленных целей, будет разработана программа для оценки эффективности генераторов случайных чисел.

Разработанный прототип программно-аппаратного модуля уже продемонстрировал некоторые преимущества по сравнению с аналогами, а именно более высокую точность оценки безотказности – до 7 знаков после запятой, а также поддержку проведения большего количества испытаний.

Разрабатываемый модуль может быть использован на предприятиях, занимающихся выпуском РЭА ответственного назначения, не имеющие возможности проводить реальные испытания для оценки безотказности.

Список литературы:

1. G. Fishman, Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications, New York: Springer, 1995.

2. Zhadnov V. V., Korolev P., Sosnin A., Sedov K. Laboratory Bench for Predicting the Reliability of Wireless Devices Based on the NI MyRIO Platform, in: 2019 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Proceedings. Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR), 2019. с. 1-5.

3. National Instraments. (2016, May). User Guide And Specifications NI MyRIO-1900. URL: http://www.ni.com/pdf/manuals/376047c.pdf (дата обращения: 26.12.2019).

Исследование точности моделей для расчета собственных частот планарных конструкций электронных средств

Нгуен Дык Тхань
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Борисов В.Ф.
МАИ, Москва
thanh08112810@gmail.com

Планарная конструкция электронных средств считается вибропрочной, если в ней отсутствуют механические резонансы, определенные по значению собственных частот колебаний. В источнике [2] показан точный метод расчета собственных частот колебаний конструкций, приводимых к моделям прямоугольных пластин, когда два противоположных края свободно оперты при любых граничных условиях на двух других краях. Однако, на практике часто встречаются задачи по определению собственных частот колебаний конструкций, не удовлетворяющих указанными выше условиями. В источнике [2] приведены формулы для расчета собственных колебаний планарных конструкций, полученные в результате приближенных решений дифференциальных уравнений изгибных колебаний прямоугольных пластин. Эти формулы позволяют определить значения собственных частот колебаний прямоугольных пластин, нагруженных равномерно распределенной массой, а также при наличии сосредоточной массы. Приведены примеры расчета собственных частот колебаний электронных модулей первого структурного уровня, представленных моделям прямоугольных пластин при различных параметрах моделей. Произведена оценка точности моделей расчетом собственных частот колебаний модулей в системе Solid works.

Список литературы:

1. В.Ф. Борисов, О.П. Лавренёв, А.С. Назаров, А.Н. Чекмаре; Под ред. А.С. Назарова. Конструирование радиоэлектронных средств. — М:Изд-во МАИ, 1996 г.

2. М.Ф. Токарев, Е.Н. Талицкий, В.А. Фролов. Механические воздействия и зашита радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие для вузов. М.: Радио и связь, 1984 г.

Оптимизация размещения элементов на печатной плате с помощью модифицированного алгоритма Штейнберга

Нгуен Тиен Вьет
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Назаров А.В
МАИ, Москва
tienvietnd95@gmail.com

Целью настоящей работы, является повышение качества топологии печатных плат, проектируемых в программной среде Altium Designer в плане сокращения общей длины межсоединений и упрощения их структуры. Качество топологии повышается в данной работе за счет циклического перераспределения электрорадиоэлементов (далее, элементов) на плате по критерию минимума суммарной длины связей. В основе процедуры перераспределения элементов лежит известный алгоритм перестановки множества элементов, между которыми отсутствуют электрические связи (алгоритм Штейнберга).

В отличие от известных реализаций алгоритма Штейнберга, в настоящей работе реализован механизм перестановок элементов, входящих в так называемые независимые множества, на множестве занимаемых ими позиций, дополненных свободными установочными позициями, причем такими, на которые установка элементов не запрещена техническими требованиями. В результате добавления новых реальных позиций для установки элементов, матрица стоимости назначений, формируемая в модифицированном алгоритме Штейнберга, становится не квадратной. Для исправления этой ситуации в алгоритм вводится множество фиктивных элементов, «размещаемых» в реальные добавленные позиции.

Принцип действия предложенной модификации алгоритма Штейнберга продемонстрирован на конкретном примере. Вычислительный эксперимент, проведенный непосредственно в программной среде Altium Designer, показал, что предложенный подход позволил сократить суммарную длину связей в результирующем размещении в среднем на 15%. В результате время автоматического синтеза трасс сократилось примерно в 1,5…2 раза, что свидетельствует об упорядочивании структуры межсоединений, причем общая длина проводников уменьшилась примерно на 7…10%.

Методика расчёта удароизолированных блоков при воздействии прямоугольного ударного импульса

Нгуен Тхань Бинь
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Борисов В.Ф.
МАИ, Москва
thanhbinhvn395@gmail.com

При эксплуатации все виды РЭС подвергаются механическим воздействиям. Наиболее опасным видом механического воздействия является удар. В учебно-методической литературе, посвященной вопросам защиты конструкций РЭС от механических воздействий, главным образцом уделяется внимание воздействию полусинусоидального ударного импульса. В то же время наиболее «жёстким», приводящим в отдельных случаях к катастрофическим последствиям является прямоугольный ударный импульс.

Для защиты конструкций РЭС от ударов используется амортизаторы. Так как объект с амортизаторами представляет собой механическую колебательскую систему, то для определения динамических характеристик системы используется математический аппарат теории колебаний. При этом расчетная модель служит система с одной степенью свободы. Удар вызывает сложное движение этой системы, характеристики которого зависят как от параметров системы, так и от параметров удара, в частности, от формы ударного импульса.

В работе на основе сведений, изложенных в [1], предложена модель удароизолированного блока в виде механического колебательного контура, параметры движения которого при ударе

представлены диффренциальнфми уравнениями второго порядка. Для решения уравнения использован метод преобразования Лапласа. Получены соотношения, связавающие параметры модели и ударного импульса с динамическими показателями системы удароизоляции: перемещение, скорость движения, ускорение и коэффициент передачи удара при воздействии прямоугольного импульса. Построены временные зависимости названных характеристик во время воздействия и после окачания удара.

Список литературы:

1. Ильинский В.С. Защита аппаратов от динамических воздействий. – М.: Энергия, 1970.

2. Токарев М.Ф., Талицкий Е.Н., Фролов В.А. Механические воздействия и защита радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.А. Фролова. – М.: Радио и связь, 1984.

Методика расчета виброизолированных блоков РЭС со смещённым центром масс

Ньи Ань Нгуен

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Борисов В.Ф.

МАИ, Москва

nhuanhnguyen1995@gmail.com

Большинство (от 30% до 50%) отказов радиоэлектронных средств (РЭС) вызывается механическими воздействиями. Для защиты блоков РЭС от механических воздействий используется вибро- и удароизоляция с помощью амортизаторов. В инженерной практике наиболее часто используется рациональная система расстановки амортизаторов, при которой центр жесткости амортизаторов и центр масс блока находятся на одной вертикальной прямой. В этом случае модель системы виброизоляции обладает одной степенью свободы. Однако в случае применении в конструкции узлов с относительно большой массой, таких как трансформатор, центр масс блока может не совпадать с вертикалью, проходящей через центр жесткости амортизаторов и при возбуждении колебаний блока вдоль вертикальной оси будут возникать сложные пространственные формы колебаний [1]. Это вызывает необходимость разработки методики анализа виброизолированных блоков РЭС со смещённым центром масс. Расчет системы виброизоляции блока РЭС в этом случае выполняется по модели с шестью степенями свободы и определение собственных частот производится с использованием математического аппарата собственных значений. Частоты свободных колебаний системы виброизоляции являются собственными числами обобщенной задачи на собственные значения и зависят от жесткостей амортизаторов. Для оценки эффективности системы виброизоляции блока РЭС в диапазоне частот внешнего вибрационного воздействия проверяется наличие эффекта вибровозбуждения системы на нижней частоте диапазона и определяются коэффициент передачи вибрации и эффективность системы виброизоляции. Из трех возможных вариантов значений эффективности выбирается положительный.

Список литературы:

1. Токарев М.Ф., Талицкий Е.Н., Фролов В.А. Механические воздействия и защита радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.А.Фролова. – М.: Радио и связь, 1984.

Методика проведения испытаний аппаратуры радиоэлектронного наблюдения

Осипова Т.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Баранов А.М.
МАИ, Москва
whiterose95@mail.ru

В настоящее время возрастает актуальность натурных испытаний различного радиоэлектронного оборудования, так как это позволяет в полной мере оценить техническое состояние аппаратуры и способности оборудования функционировать без ухудшения качества. В частности, для такой аппаратуры требуется производить обнаружение сигналов за короткий промежуток времени и оценивать параметры сигналов с необходимой точностью. Соответственно, предъявляются высокие требования к настройке, проверке и испытаниям аппаратуры радиоэлектронного наблюдения (РЭН).

Для анализа и оценивания принимаемых сигналов необходимо измерять их отдельные параметры, такие как несущая частота, длительность и интервал следования импульса, мощность и т.д. Такие измерения осуществляются в нестандартных условиях, особенностью которых является, что при РЭН сигнал поступает неожиданно, и действие его кратковременно. При обычных радиоизмерениях сигнал может длиться в течение неопределенного времени. Это условие показывает, что методы измерения, используемые при проверке аппаратуры РЭН, отличаются от методов обычных радиоизмерений.

В работе представлена методика проведения испытаний аппаратуры РЭН. Методика заключается в следующем: на вход антенны подается сигнал с генератора сигналов, который управляется при помощи персонального компьютера по интерфейсу Ethernet с использованием стандарта SCPI, который предполагает возможность замены измерительного устройства благодаря унифицированным командам управления. Оператор устанавливает значения параметров сигнала в программном обеспечении, затем они отправляются на генератор сигналов. Генератор формирует сигнал с заданными оператором параметрами, далее сигнал поступает в аппаратуру РЭН. Переключение параметров сигнала на генераторе производится при помощи команд управления, отправляемых с персонального компьютера. Параллельно производится сбор данных от аппаратуры РЭН, их обработка и сохранение для дальнейшей фильтрации и визуализации результатов.

В результате проведенной работы была разработана методика проведения испытаний, на основе которой создано программное обеспечение, которое обеспечивает взаимодействие генератора сигналов и персонального компьютера, а также автоматическое переключение сигналов на генераторе в соответствии с заданной циклограммой работы, автоматизированный сбор и анализ данных, и последующую визуализацию полученных результатов.

Данная методика позволяет снизить временные затраты на проведение испытаний в 3 раза без потери точности измерения.

Передатчик радиолокатора беспилотного летательного аппарата для мониторинга ледовой обстановки

Подберезный А.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Добычина Е.М.
МАИ, Москва
podberezni97@mail.ru

В последнее время происходит активное освоение северных земель нашей Родины и это вызвано рядом причин. К примеру, таких как обеспечение безопасности строительства и эксплуатации нефте- и газодобывающих платформ в условиях Крайнего Севера, что требует постоянного мониторинга динамично изменяющейся ледовой обстановки.

В данной работе, я рассмотрел процесс проектирования мощного передатчика от анализа технического задания, определения принципов построения и функционирования, выбора современной элементной базы до процесса выдачи рекомендаций для конструирования всего изделия. Передатчику, входящему в состав радиолокатора, выдвигается ряд противоречивых требований. Это обеспечение высокой мощности, причем в непрерывном режиме работы, реализация модуляции, обеспечение низких уровней фазовых шумов, а также высокой надежности при снижении габаритных размеров и массы для работы в тяжелых условиях Севера, которые в процессе проектирования необходимо решить.

Передатчик должен сформировать на входе антенно-фидерной системы радиолокатора непрерывный сверхвысокочастотный сигнал с линейной частотной модуляцией в X диапазоне длин волн, мощностью 10 Вт, что относит его к разряду мощного устройства. Заданный уровень мощности достигается путем применения схем деления и сложения высокочастотного сигнала и современных высокоэффективных твердотельных усилителей [1]. Проведено моделирование важнейших узлов передатчика, разработана принципиальная электрическая схема.

Формирование высокостабильного несущего колебания с низким уровнем фазовых шумов реализовано на интегральном синтезаторе сетки частот с цифровым кольцом фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) [2]. Использование в кольце ФАПЧ делителя с дробно-переменным коэффициентом деления, а также оптимизация характеристик фильтра нижних частот позволило реализовать схему синтезатора в требуемой полосе с мелким шагом сетки частот [3].

В результате проектирования разработаны мощный малогабаритный усилитель и синтезатор частот сверхвысокочастотного передающего тракта радиолокатора на беспилотном летательном аппарате для мониторинга ледовой обстановки с применением современных средств автоматизированного проектирования и электродинамического моделирования элементов мощного усилителя и всей конструкции в целом. Применение общедоступной элементной базы позволило создать надежное, высокоэффективное устройство с низкими массогабаритными характеристиками.

Список литературы:

1. Добычина Е.М., Малахов Р.Ю. Мощные транзисторы для передатчиков бортовых радиолокационных систем // Научный вестник МГТУ ГА. 2012. № 186. С. 184- 190.

2. Криков Д.С., Добычина Е.М. Способы построения и элементная база быстро-действующих широкополосных синтезаторов частот // Электросвязь. 2017. № 4. С. 33- 38.

3. Добычина Е.М. Фазовые шумы синтезаторов частот // Вестник Московского Авиационного Института. 2009. Т. 16, № 3. С. 69- 76.

Анализ целостности сигналов при разработке цепей питания многоплатных устройств

Рябинская К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чайка Ю.В.
МАИ, Москва
rkristina96@yandex.ru

Power Integrity – это моделирование сетей распределения электроэнергии и механизмов распространения шума.

Рассмотрим анализ цепей питания многоплатного устройства на примере проблемы размещения локального источника питания.

Суть проблемы заключается в следующем. Устройство состоит из нескольких модулей, выполненных в виде плат. Каждый модуль выполняет определённую функцию. Имеется плата питания, интерфейсная плата и материнская плата, соединяющая два этих модуля. На плате питания располагается основной источник питания всего устройства на напряжение 3.3 В, а на интерфейсной плате имеется несколько микросхем, питающихся от данного напряжения, с максимально разрешенным падением напряжения по питанию 150 мВ. Требуется выяснить,

необходим ли локальный источник питания на интерфейсном модуле (что является потерей места на плате и усложнением процесса разводки) или основного источника питания достаточно для «запитки» всех микросхем.

Для начала, необходимо выяснить, соответствует ли допуск установки напряжения питания основного ИП требованиям по потреблению у «критичных» микросхем. Оценивать будем, используя метод наименьших квадратов. При расчете получили допуск установки в 110 мВ, что удовлетворяет требованию.

Далее, как известно, при прохождении сигнала по дорожкам на плате теряется часть энергии и нам необходимо оценить эти потери.

Для решения этой задачи воспользуемся программным продуктом HyperLynx, а именно возможностью анализа целостности питания на плате (Power Integrity). Данное ПО позволяет оценивать падение напряжения только в пределах одной платы. Поэтому будем использовать следующую методику:

1) на интерфейсной и материнской платах вычисляем суммарное потребление тока всех микросхем, питающихся от 3.3 В;

2) проводим моделирование для платы питания:

а) в качестве источника питания назначаем линейный стабилизатор и устанавливаем значение напряжения 3.19 В;

б) складываем потребляемые токи с двух плат, полученные на этапе 1, и записываем это значение в соответствующее поле для разъема, соединяющего плату питания и материнскую плату;

в) задаем потребление тока для каждой микросхемы;

г) запускаем моделирование и узнаем падение напряжения на вышеупомянутом разъеме;

3) моделируем материнскую плату:

а) устанавливаем в качестве источника питания разъем, соединяющий плату питания и материнскую плату, и записываем полученное на предыдущем этапе значение в качестве напряжения питания;

б) для разъема, соединяющего материнскую плату с интерфейсным модулем, задаем суммарный ток потребления на интерфейсной плате;

в) задаем потребление тока для каждой микросхемы;

г) запускаем моделирование и узнаем падение напряжения на разъеме.

4) Проводим моделирование на интерфейсной плате:

а) в качестве источника напряжения выбираем разъем материнская плата-интерфейсная плата и задаем на нем напряжение, полученное на этапе 3;

б) задаем потребление тока для каждой микросхемы;

в) запускаем моделирование и получаем искомое значение минимального напряжения питания.

В результате моделирования, получаем значение напряжения питания микросхем на интерфейсной плате составляющее 3.145 В, что не удовлетворяет нашим требованиям. Также в профиле падения напряжения, который выводит HyperLynx, мы увидели места на плате, где идет наибольшая «просадка» по напряжению. Используя эти сведения, мы можем отредактировать топологию, снизив падение напряжения при прохождении сигнала по платам.

перед схожими по цели данный метод обладает следующими преимуществами:

– ранняя идентификация проблем распределения питания;

– уменьшение циклов прототипирования;

– ускоренный выпуск продукции;

Недостатком же является необходимость наличия навыка работы с ПО HyperLynx.

Тепловизионный контроль СБИС

Силин А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Сашов А.А.
АО «Российские космические системы», Москва
alexey-007@bk.ru

Использование качественной электронной компонентной базы в бортовой аппаратуре космических аппаратов – одно из условий её долгого безотказного функционирования. Чтобы исключить попадание ненадёжных компонентов в состав бортовой аппаратуры, необходимо проводить контроль их параметров и функционирования на соответствие документации производителя.

Наиболее сложными для тестирования являются сверхбольшие интегральные схемы (СБИС), т.к. на относительно малой площади кристалла располагается большое количество функциональных блоков. Естественно, СБИС требуют от испытательных центров больших ресурсов для их проверки, т.к. необходимо проверить все функциональные блоки и режимы работы. Проверка дополнительно усложняется тем, что любая СБИС для испытательного центра – это чёрный ящик, т.к. схемотехника испытуемого изделия неизвестна, какие структуры физически задействуются на кристалле – неизвестно. На входы СБИС можно подавать какие-либо сигналы, описанные в её документации, и считывать информацию, выдаваемую на выходах.

Для повышения качества отбраковки контрафактных и выявления потенциально ненадежных изделий предлагается использовать тепловизионный контроль. С помощью тепловизионного контроля становится возможным отслеживание влияния сигналов, подаваемых на входы СБИС, на структуры кристалла. Таким образом, можно задействовать разные функциональные блоки СБИС и контролировать изменение их температуры на тепловой картинке. Т.к. СБИС должны быть однородны в пределах партии, возможна отбраковка изделий, тепловая картинка которых отличается от остальных при одном и том же воздействии.

Тепловизионный контроль можно использовать для повышения качества тестирования и создания специализированных тестовых последовательностей под определенные типы испытаний. Так, например, для определения тепловых сопротивлений кристалл-корпус, кристалл-окружающая среда можно создать последовательность тестовых векторов таким образом, чтобы получить на кристалле точку с наиболее высокой температурой. Это позволит получить более точные результаты тепловых сопротивлений. Наблюдение за распределением температуры по площади кристалла СБИС также может быть полезно при написании программ для электротермотренировки. С помощью специально подобранной векторной последовательности можно добиться равномерного распределения температуры по площади кристалла, что в свою очередь обеспечит равномерную выработку полупроводниковых структур. При разработке программ функционального контроля можно визуализировать протекающие в кристалле процессы и создавать тесты, которые будут наиболее полно задействовать всю площадь кристалла СБИС.

Список литературы:

1. M.sc. Mauricio de carvalho, innovative techniques for testing and diagnosing socs, February, 2015

Исследование тепловых режимов бортовых РЛС

Сиротинский Е.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ушкар М.Н.
МАИ, Москва
sirotinskijegor@gmail.com

При исследовании бортовых РЛС главными особенностями являются фиксированный расход охлаждающего воздуха, обусловленный, в первую очередь, параметрами конструкции воздухозаборника и ограничением потребляемой мощности, а также, немаловажным является тот факт, что составные части БРЛС имеют существенный разброс значений температур, а значит и разную наработку на отказ.

В связи с вышеперечисленным, актуальной является задача определение доминирующего механизма передачи тепловой энергии, а также грамотного распределения воздушных потоков при условии фиксированного расхода воздуха. При этом, необходимо принимать во внимание, что компоновка современных БРЛС является плотной или проще говоря "тесной", что существенно затрудняет решение задачи.

В работе решаются следующие задачи:

1. Анализ и определение исходного теплового режима исследуемой станции;
2. Определение доминирующего механизма передачи тепловой энергии в станции;
3. Определение механизма распределения воздушных потоков;
4. Анализ затенения воздушных каналов.

Проведенные исследования позволяют установить:

1) Основные параметры БРЛС являются температурозависимыми;

2) Основным видом охлаждения бортовых РЛС являются систему принудительного воздушного охлаждения (ПВО), основной особенностью которых является фиксированный расход охлаждающего воздуха;

3) Большая часть тепловой энергии передается в окружающую среду за счет принудительной конвекции, и основным критерием её эффективности является теплоотдача продуваемых каналов станции.

4) Использования кабелей, волноводов и заслонок является эффективным механизмом затенения продуваемых каналов с целью перераспределения воздушных потоков;

Помимо вышеперечисленного, проведенные исследования позволяют сформулировать рекомендации по правильному использованию таких ресурсов станции, как кабели или волноводы, с целью затенения каналов и распределения воздушных потоков, при этом, не изменяя общую массы конструкции.

Сравнение эффективности калибровки фазированной антенной решётки методом прямого перебора и REV методом

Стакозов А.О.
Научный руководитель — к.т.н. Шитиков А.М.
МАИ, Москва
stakozov990@mail.ru

Теория антенн определяет фазированную решетку как решетку из антенн в которой относительные фазы соответствующих сигналов, питающих антенны, выставлены таким образом, что поле излучения сфокусировано в желаемом направлении и подавлено в нежелательных. Эти относительные фазы могут быть либо фиксированными, либо корректируемыми, позволяет электронно управлять направлением луча. Такой тип антенных решеток (АР) называется решеткой с электронным сканированием. Такие АР имеют фазовращатели или устройства временной задержки между излучающими элементами. Из-за различий в производстве радиокомпонентов между каналами ФАР возникает относительная ошибка по фазе и амплитуде, которую необходимо вычислить и компенсировать.

Под калибровкой ФАР обычно понимают процедуру определения характеристик её отдельных каналов. Часто в качестве таких характеристик используются комплексные коэффициенты передачи (КП) каналов, определенные для ситуации, когда управляемый сдвиг фазы и аттенюация «сброшены» в ноль. С ростом распространенности фазированных антенных решеток, растет и интерес к различным методам калибровки ФАР. Предпочтительно использование автоматизированных методов, когда после установки калибруемой ФАР в стенд, как калибровка, так и измерение её характеристик осуществляется в автоматизированном режиме с минимальным участием человека [1]. Эти методы различаются по алгоритмам переключения состояния фазовращателей, по способу измерения сигнала и по алгоритмам обработки результатов измерений. При этом большой популярностью пользуется метод REV [2, 3, 4], основанный на вращении вектора поля элемента при управлении фазовращателем.

В данной работе проводится сравнение эффективности калибровки ФАР методом прямого перебора и REV методом. Для этого процесс калибровки моделировался на компьютере. В докладе приведены примеры диаграмм направленности восьмиканальной ФАР по результатам калибровки методом REV, для различных начальных условий калибровки, а также диаграмм, полученных после прямого перебора состояний фазовращателя и максимизации уровня сигнала. Производится сравнение методов калибровки по форме диаграммы направленности и необходимому количеству измерений.

Список литературы:

1. Коротецкий Е.В., Шитиков А.М., Денисенко В.В. Методы калибровки фазированных антенных решеток. // Радиотехника. 2013. №5. С. 95-103.

2. S. Mano and T. Katagi, “A method for measuring amplitude and phase of each radiating element of a phased array antenna,” Trans. IECE Japan, vol. 5, pp. 555–560, May 1982.

3. Бондарик А.В., Шитиков А.М., Шубов А.Г. Опыт использования поэлементных методов MTE и REV для калибровки многоканальных фазированных антенных решеток // Антенны. 2005. №1 (92). С. 15-21.

4. Toru Takahashi, Hiroaki Miyashita, Yoshihiko Konishi, Shigeru Makino. Theoretical Study on Measurement Accuracy of Rotating Element Electric Field Vector (REV) Method. // Electronics and Communications in Japan, Part 1, Vol. 89, No. 1, 2006.

Исследование тепловых макромоделей электронных модулей первого уровня

Сухарев М.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ушкар М.Н.
МАИ, Москва
migrand@mail.ru

Современные конструкции ЭМ первого уровня характеризуются неравномерным распределением источников тепла, что обуславливает применение метода «критического» элемента для экспресс-оценки теплового режима модуля. При этом «критический» элемент обычно определяется по максимальной плотности теплового потока. Вместе с тем в настоящее время недостаточно исследованы вопросы границ применения метода, методики выбора «критического» элемента с учётом плотности размещения источников тепла на печатной плате.

В данной работе рассмотрена методика выбора «критического» элемента для электронных модулей первого уровня с высокой плотностью размещения элементов. Методика основана на оценке степени влияния различных способов передачи тепловой энергии, в зависимости от их взаимного расположения и с учётом принципа местного влияния.

Проведены экспериментальные исследования предлагаемой методики на представительной выборке компоновочных вариантов электронных модулей первого уровня.

Для эксперимента была подготовлена упрощенная тепловая модель электронного модуля первого уровня. Составлен план эксперимента. В рамках работы проводилось исследование степени влияния различных способов передачи тепловой энергии с изменением взаимного расположения источников тепла и влиянием мощности теплового потока «критического» источника тепла на остальные элементы электронных модулей первого уровня.

Результаты экспериментов показали обоснованность предлагаемого подхода и достоверность получаемых результатов.

Анализ методов слепой обработки сигналов в задачах повышения помехоустойчивости радиомодемов

Тяпкин П.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Важенин Н.А.
МАИ, Москва
tjapkinp@yandex.ru

Цифровая обработка сигналов, в настоящее время, играет ключевую роль для множества отраслей науки и техники. Последние несколько лет интерес исследователей обращен в сторону методик и алгоритмов слепой обработки сигналов (BSP – blind signal processing), задачи которой можно определить как обработку сигналов, прошедших через канал с неизвестными характеристиками на фоне шумов.

Методы и алгоритмы слепой обработки сигналов находят применение в областях телекоммуникации, радиолокации и медицины (в электрокардиографии (ЭКГ) и электроэнцефалографии (ЭЭГ) для разделения нескольких источников полезных сигналов на фоне помех и шумов).

Методы слепой обработки сигналов можно разделить на три области:

• Методы слепого разделения сигналов (BSS – blind signal separation);

• Методы слепой компенсации помех (BSE – blind signal extraction);

• Методы слепой компенсации нелинейных искажений.

Методы и алгоритмы слепого разделения сигналов позволяют выделить из принимаемой смеси некоторый набор сигналов.

Методы слепой компенсации помех позволяют также повысить помехоустойчивость приема в условиях априорной неопределенности относительно характеристик принимаемого сигнала и/или помех.

Методы слепой компенсации нелинейных искажений позволяют восстановить информационный сигнал, прошедший через нелинейные элементы приемопередающего радиооборудования, путем компенсации нелинейностей, интермодуляционных и комбинационных помех.

Существует несколько алгоритмов слепой обработки сигналов, используемых в зависимости от условий функционирования, степени априорной неопределенности и реализационной сложности: от алгоритмов на основе известных методов статистической радиотехники и строгих математических методов до алгоритмов на основе нейронных сетей и технологий глубокого машинного обучения.

С применением имитационного моделирования был проведен сравнительный анализ эффективности некоторых алгоритмов слепой обработки сигналов:

• Метод главных компонент (PCA – Principal Component Analysis);

Алгоритмы AMUSE (Algorithm for Multiple Unknown Signals Extraction), SOBI (Second Order Blind Identification), FOBI (Fourth Order Blind Identification);

• Метод анализа независимых компонент (ICA – Independent component analysis), алгоритмы FastICA, JADE (Joint Approximate Diagonalization of Eigenmatrices), KuicNet;

• Нейронная сеть Элмана и нейронная модель Гаммерштейна.

В результате анализа были получены следующие выводы:

1. Для задач слепого разделения нескольких негауссовских сигналов (максимум одного сигнала с нормальным распределением в принимаемой смеси) наилучшие результаты при слепом разделении сигналов дали алгоритмы FastICA и JADE. Наихудшие результаты были получены с применением алгоритма PCA. Аналогичные результаты получены для задачи слепой компенсации аддитивных помех.

2. При компенсации нелинейных искажений наилучшую помехоустойчивость продемонстрировал приемник с компенсатором, построенном с применением нейронной модели Гаммерштейна.

Исследование и разработка конструкции БРЛС Ка-диапазона с ФАР проходного типа

Унгурян С.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ушкар М.Н.
МАИ, Москва
19stanislava96@gmail.com

Актуальность данной разработки обусловлена интенсивным развитием беспилотных летательных аппаратов, которые оснащаются малогабаритными БРЛС, в том числе и Ка-диапазона.

Особенность конструкции бортовой РЛС с ФАР проходного типа заключается в том, что антенна состоит из облучателя, который расположен на определённом расстоянии от полотна фазовращателей. Такая конструкция существенно увеличивает габаритные размеры бортовых РЛС.

Для того, чтобы сократить габаритные размеры БРЛС, в данной работе предлагается сочленить полотно ферритовых фазовращателей и волноводно-щелевую антенную решётку (ВЩАР). Для этого в работе было применено полотно переходов прямоугольный волновод-круглый волновод.

В данной работе были проведены исследования разработанной конструкции БРЛС с проходной фазированной антенной решеткой. Для этого в системе моделирования СВЧ трехмерных структур CST MICROWAVE STUDIO проведен расчет электромагнитных характеристик волноводного перехода и ферритового фазовращателя. После чего, в системе автоматизированного проектирования (САПР) Solid Works разработана модель конструкции бортовой РЛС, объём которой оказался ниже объёма прототипа. Кроме того, основой новой БРЛС послужила хорошо отработанная конструкция БРЛС с ВЩАР.

Таким образом, разработанная конструкция БРЛС с проходной ФАР Ка-диапазона обеспечивает снижение объёма конструкции, по сравнению с известными БРЛС, в которых облучатели находятся на расстоянии от излучающих элементов, что позволяет модернизировать действующие БРЛС с ВЩАР.

Секция №4.2 Радиотехнические системы

Разработка алгоритма противодействия компьютерным атакам в критически важных объектах инфраструктуры

Абозин Н.Н., Юртаев В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Куприянов А.И.
МАИ, Москва
abozin2100@yandex.ru

Развитие информационных технологий, сложность и многозадачность современных компьютерных систем, повсеместная интеграция новых технологий в сфере производства и обеспечения безопасности привели не только к облегчению и существенному увеличению производительности труда, но и к появлению новых задач в области компьютерной безопасности сетей разных масштабов.

Устойчивость информационных систем как целых отраслей промышленности, так и крупных компаний в 21 веке занимают одно из основных мест в обеспечении безопасности целых государств. В подавляющем большинстве стран фиксируются попытки осуществления кибератак на объекты инфраструктуры.

В 2017 г. вышел Федеральный Закон № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации», вступивший в силу с 1 января 2018 года, регламентирующий защиту объектов критической информационной инфраструктуры и вводящий данное понятие.

Под критически важной инфраструктурой (КИИ) необходимо понимать информационную систему, осуществляющую управление критически важным объектом или официальное информирование граждан и в результате негативных информационных воздействий на которую может сложиться чрезвычайная ситуация или будут нарушены выполняемые системой функции управления со значительными негативными последствиями.

Предприятия или компании, работающие в стратегически важных для государства областях, в которых применяются информационно-управляющие или информационно-телекоммуникационные системы необходимо считать субъектами КИИ.

Компьютерные атаки на КИИ направлены на нарушение или прекращение функционирования объектов/ субъектов КИИ, а компьютерный инцидент необходимо рассматривать как факт нарушения или прекращения функционирования объекта КИИ и/или нарушения безопасности, обрабатываемой объектом информации.

Системы безопасности должны обеспечивать не только разграничение пользователей к информационным ресурсам систем, но и решать задачи совместной работы пользователей, выявлять аномалии в использовании ресурсов, устранять последствия аварийных ситуаций и прогнозировать их, адаптируя систему в условиях отказов, блокирования ресурсов или частичной потерей информации.

Важно учесть, что экономическая составляющая средств защиты должна быть полностью адекватной существующим угрозам.

Целью работы является разработка алгоритма противодействия компьютерным атакам, позволяющего на основе типовых условных обозначений и базовых атрибутов дать взаимосвязанное описание опасностей реализации компьютерных атак и уязвимостей типовых компонентов КИИ, декомпозировать опасности воздействия атак по компонентам КИИ, выбрать методы, модели и средства противодействия компьютерным атакам на КИИ и восстановление устойчивости функционирования.

Список литературы:

1. Федеральный закон "О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации" от 26.07.2017 N 187-ФЗ (последняя редакция). КонсультантПлюс [Электронный ресурс] http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220885/.

2. Хабр [Электронный ресурс] // https://habr.com/ru/post/477812/ (дата обращения 18.02.2020).

3. cyberleninka.ru [Электронный ресурс] https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-sozdaniya-avtomatizirovannyh-sistem-zaschity-informatsii (дата обращения 18.02.2020).

Развитие методов модуляции для 5G

Агачева Я.Г., Зуев М.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Логинов С.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
agachevay@bk.ru

В современном мире Smart-технологии стремительно развиваются. Системы передачи информации нуждаются в более высоких скоростях, улучшенном обслуживании, а также в устойчивости к многолучевым эффектам распространения радиоволн. Появляется необходимость в усовершенствовании данных систем. Один из вариантов — поиск новых методов модуляции на основе ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM). OFDM имеет высокую эффективность использования радио-частотного спектра, простую аппаратную реализацию, устойчивость к межсимвольным помехам.

В данной работе сопоставляются и анализируются новые типы модуляции на основе OFDM. Рассматриваются такие методы, как ортогональный множественный доступ с частотным разделением (OFDMA), множественный доступ с разделением каналов по частоте с одной несущей (SC-FDMA), множественный доступ с распределением ресурсов (RSMA).

В методе модуляции OFDMA поднесущая используется для доступа абонентов к ресурсам сети. В SC-FDMA, по сравнению с OFDMA, символы данных разных пользователей передаются последовательно в более широкой полосе частот. Схема RSMA может использовать специализированное кодирование для повышения спектральной эффективности, при этом системы с одночастотным RSMA обладают меньшим пик-фактором.

Каждый метод мультиплексирования имеет свои преимущества и недостатки по сравнению с другими методами. Например, SC-FDMA и OFDMA нуждаются в синхронном мультиплексировании и имеют бюджет потерь в линии при большом числе пользователей. OFDMA не имеет внутрисотовых помех, имеет более высокую спектральную эффективность и MIMO. RSMA также имеет ряд преимуществ, такие как возможность к асинхронному мультиплексированию, увеличение бюджета линий, но имеет низкую спектральную эффективность.

Исследование характеристик СКИ радара

Балыклейский Ф.В., Шараха Н.А., Дубовский А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Харламов А.Н.
МАИ, Москва
balikleyskiyfv@mail.ru

Актуальность данных исследований определяется необходимостью создания перспективной РЛС с высоким пространственным разрешением, способной решать задачи, обнаружение низкоскоростных малоразмерных объектов на фоне помеховых отражений от местных предметов. РЛС данного типа используются в системах охраны, в системах обнаружения целей за оптически непрозрачными преградами.

Рассматриваемая РЛС имеет стробоскопический способ приема эхо-сигналов. Проведены экспериментальные исследования эффективности селекции методом усреднения по 100-10000 реализациям и вычитания усредненных реализаций фоновой обстановки из усредненных реализаций с наличием цели. Проведены эксперименты по отражающим способностям различных элементарных целей в C-band low диапазоне (шары, обклеенные фольгой разных диаметров, уголковые отражатели, движущийся человек, неподвижно стоящий человек). По результатам экспериментов была произведена обработка полученных данных, в частности, произведен расчет математического ожидания и СКО уровня отраженного сигнала для каждого из стробов (для каждой отметки дальности). Получены распределения уровней принимаемых сигналов в стробах с наличием цели (10000 реализаций сигнала) и предложены варианты модификации радара с целью уменьшения дисперсии принимаемого сигнала для

каждого из стробов. Уменьшение дисперсии при зондировании малоподвижных объектов позволит повысить контраст радиолокационного изображения, а значит качественнее осуществить селекцию целей.

В рамках исследований составлен алгоритм моделирования локатора, с возможностью задания разных типов сигналов и динамического отображения равномерно удаляющейся цели от приемо-передающей позиции. Ограничения по использованию и особенности модели:

1. Цель-точечная
2. Модель не учитывает Доплеровского смещения частоты (возможно использование модели только для малоподвижных целей)
3. В модели предусмотрено влияние сложной помеховой обстановки и учитывается влияние внешних шумов.

Данная модель иллюстрирует прохождение и преобразование сигнала в тракте приемной части радара. Модель позволяет оценить влияние параметров отдельных узлов приемного тракта на сигнал с выхода приемника.

Для проведения анализа и сравнения проникающей способности сигналов в разных диапазонах частот был изготовлен макет СКИ-локатора с зондирующим видеоимпульсным сигналом длительностью 4-10 нс и стробоскопическим приемом. Рабочий диапазон по дальностям до 75 м. В рамках исследований получен амплитудный и фазовый спектр зондирующего сигнала.

Разработка алгоритмов первичной обработки радиолокационных данных в РЛС по технологии СКИ позволит повысить качество обнаружения малоразмерных низкоскоростных и динамичных объектов на фоне отражений от местных предметов, т.е. в полной мере использовать преимущества формируемых данным типом РЛС радиолокационных изображений, и тем самым значительно повысить безопасность оборудованных такими РЛС объектов.

Достижимые уровни точности угломерной локации источников излучения на базе метода наибольшего правдоподобия

Волков А.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Юдин В.Н.
МАИ, Москва
AFV92@yandex.ru

Угломерный (пеленгационный) метод пассивной локации источников излучения (ИИ) широко известен и применяется в практике радиомониторинга, радиотехнической разведки (РТР). В данной работе пеленгационный метод реализуется системой РТР на базе одиночного (беспилотного) авиационного носителя. Координаты лоцируемых ИИ рассчитываются по совокупности получаемых результатов пеленгования и координат позиций на моменты пеленгования. Алгоритмы расчета координат по совокупности полученных пеленгов оптимизируются с целью минимизации ошибок местоопределения ИИ. В данной работе оценки координат ИИ формируются на базе совокупности полученных пеленгов с использованием метода наибольшего правдоподобия (НП). Цель исследования – выявление влияния величины ошибок пеленгования, формы и удаленности траектории ЛА — носителя радиопеленгатора от точки расположения лоцируемого ИИ, объема обрабатываемой пеленговой информации (числа позиций пеленгования N) применительно к случаю использования «НП – оценивания» координат ИИ, а также сравнение оценок координат ИИ, формируемых на базе методов наименьших квадратов и наибольшего правдоподобия, по уровням ошибок местоопределения и другим характеристикам.

Модельный эксперимент с алгоритмом местоопределения ИИ, реализующим метод наибольшего правдоподобия, показал, что применительно к сценариям воздушной разведки, представляющим практический интерес, угломерная система радиолокации может обеспечивать ошибки местоопределения ИИ на уровне вплоть до десятков метров. Результаты данной работы позволяют констатировать, что угломерный метод локации ИИ,

реализованный на базе одиночного авиационного носителя радиопеленгатора, позволяет достичь весьма высоких уровней точности местоопределения ИИ. Достигаемые уровни могут быть достаточными для решения важных прикладных задач, в частности задач высокоточной радиотехнической разведки.

Вейвлет-анализ сигналов систем с динамическим хаосом

Габдрахманов И.Д., Зуев М.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Логинов С.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
iskandergab@yandex.ru

Динамический(детерминированный) хаос — явление при котором нелинейные системы имеют случайный вид. С помощью вейвлетов проводиться анализ различных сигналов в сфере радиотехнике, данные сигналы описываются временным и частотным образом. Детерминированный хаос имеет вид сложного непериодического колебания. Они могут возникнуть из-за чувствительности к начальным характеристикам. В ходе работы проводиться решение систем детерминированного хаоса. Вейвлет-преобразование сигналов систем Лоренца, Цепь Чуа, Генератора Анищенко-Астахова, Генератора Дмитриева-Кислова, позволяет их отличить между собой, так же используется непрерывные Вейвлет-анализ в анализируемых системах. Проводиться работа по выявлению признаков, позволяющих обнаружить различия в производимых анализах. Вейвлет-анализ предоставляет более обширную информацию о характеристике сигнала, на которых видны компоненты сигналов систем с нелинейной динамикой. Исследование позволяет выявить следующие особенности данных: образование черных полос и ярко светлых участков, «Зубов», «Наклонной», точки разрыва, резкие нелинейности в высших гармониках и самоподобие. С помощью вейвлет-анализа возможно произвести различные манипуляции над сигналами, например: очистка от шума, сжатие сигналов, построения базисов вейвлетов, определение точек разрыва и свойственных особенностей сигнала, спектральный анализ и обнаружение длительных эволюций, статистическая обработка, подавление избыточной информации, криптография и стеганография, обработка мультимедийной информации.

Сходимость многомодельного алгоритма при сопровождении объектов, двигающихся по баллистической траектории

Голенко Д.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Сычев М.И.
МАИ, Москва
Ddiimmaann@yandex.ru

Оценивание координат и параметров движения излучающих баллистических объектов является неотъемлемой частью задач перехвата баллистических ракет, разработки и испытания космических аппаратов. Сопровождение ведется с помощью пассивной ФАР, при этом доступными являются измерения углов азимута, места и частоты Доплера, так как несущая частота излучаемого объектом сигнала считается известной.

Разрешение неоднозначности определения координат объекта достигается с помощью априорной информации о его начальном положении. Однако при увеличении дисперсии априорной оценки дальности алгоритм фильтрации теряет устойчивость. При уменьшении точности оценки частоты Доплера алгоритм фильтрации также подвержен потере устойчивости в случае осуществления объектом маневра.

Рассмотрены условия потери устойчивости многомодельного алгоритма. Определены границы сохранения устойчивости на трех этапах полёта баллистического объекта для различной точности априорной оценки дальности и частоты Доплера. Проведено сравнение точности сопровождения с одиночными фильтрами Калмана.

Предложены варианты многомодельного алгоритма, использующие сигма-точечный фильтр Калмана и модель Сингера, в качестве модели возмущений. Показано, что использование сигма-точечного преобразования увеличивает область устойчивости многомодельного алгоритма, а применение модели Сингера уменьшает дисперсию оценки координат при сопровождении маневрирующего объекта.

Сравнение алгоритмов проводилось посредством математического моделирования в среде MATLAB.

Технология совместного использования частотного спектра в системах мобильного широкополосного доступа в сетях 4G и 5G

Голованов К.С.
АО «Эрикссон», Москва
kirgol.it@gmail.com

В ближайшие годы по прогнозам операторов связи будет наблюдаться стабильный прирост абонентов и увеличение объемов трафика в сетях LTE. Чтобы своевременно подготовиться к нагрузкам и более высоким требованиям к качеству связи, операторы уже сейчас запускают сети в стандарте 5G. Технологии, на которых будут строиться сети нового поколения, рассчитаны на миллионы подключенных устройств одновременно, большие объемы передаваемых данных и обеспечение низких задержек. 5G NR будет работать в новых средних и высоких частотных диапазонах, параллельно с LTE в низком диапазоне. Однако для сетей 5G низкий диапазон также представляет интерес. Поэтому совместное использование частот несколькими стандартами связи одновременно становится новым решением для операторов.

При совместном использовании частотного спектра две технологии радиодоступа LTE и NR имеют доступ к одному и тому же спектру. Сота 5G может занимать часть или полностью всю полосу несущей LTE в моменты времени, когда LTE сота не нагружена. Программное обеспечение для совместного использования частот основано на алгоритме расписания распределения ресурсов для каждой из технологий. Каждую миллисекунду емкость 4G и 5G соты перераспределяется для обслуживания одновременно всех активных пользователей в обоих стандартах. Такой режим называется мгновенным распределением спектра (Instant spectrum sharing), и он является наиболее эффективным среди других схем. Это связано в первую очередь со скоростью изменения характера трафика каждую миллисекунду, в буфере не накапливаются пакеты данных, ожидающие своей очереди. Кроме данного режима технически были реализованы другие режимы, такие как “Flash” и “Dynamic”, в них присутствует жесткая гранулярность при распределении спектра между технологиями, а частота перераспределения варьируется от 100 мс до 10 мс. Такие режимы не отвечают текущей модели абонентского трафика на сетях операторов.

Таким образом, включив технологию для совместного использования спектра, оператору нет необходимости разделять спектр или выделять для каждой технологии свой отдельный диапазон. Наоборот, выделенная полоса будет доступна каждой из технологий в зависимости от загрузки. В данном случае оператору удастся быстрее развернуть сеть нового поколения, не потеряв абонентов, подключенных через LTE и использовать преимущества распространения радиосигналов в низком диапазоне.

Подводя итог, совместное использование спектра открывает возможности для операторов, которые разворачивают 5G сеть в среднем диапазоне и хотят переиспользовать незадействованные частотные ресурсы сетей LTE. Такой подход позволит уменьшить капитальные затраты для операторов при запуске сетей 5G.

Эффективность помехозащиты радиотехнических систем с синтезированной апертурой цифровой адаптивной фазированной антенной решетки

Григорян А.К.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Юдин В.Н.
МАИ, Москва
araratu@mail.ru

В настоящее время в связи с ускоренным развитием радиоаппаратуры, в том числе, нового вида цифровых радиолокационных станций с синтезированной апертурой (РСА) и применением её в широком спектре различных устройств связи, навигации, как гражданского, так и специального назначения, встает вопрос об изучении особенностей радиоэлектронного противодействия таких систем, предложение методов и расчета ряда коэффициентов, характеризующих способность этих систем к устойчивости против преднамеренных и естественных помех.

В совокупности радиопротиводействие включает в себя такие области знаний, как:

1) Радиоэлектронная борьба
2) Радиоэлектронная защита
3) Электромагнитная совместимость

Традиционно полагается, что спутниковые системы связи и навигации имеют низкую помехоустойчивость, однако с внедрением в технику космического базирования различных средств помехозащиты с использованием специальных адаптивных антенных решеток, имеющих возможность использовать современные методы помехозащиты, в том числе, способные к адаптивной пространственно-временной и частотно-временной обработке, а также имеющие на борту программно-технические инструменты защиты от дезинформирующих помех.

В качестве объекта исследования выступает радиотехническая система космического базирования, предназначенная для решения задач по дистанционному сканированию земли, а также специальным задачам некоммерческой направленности.

Предметом исследования является помехозащищенность цифровой адаптивной фазированной антенной решетки (ЦАФАР), имеющей, в общем виде, в составе N-модулей и M-излучателей.

Диаграмма направленности(ДН) такого типа антенны можно представить в виде совокупности ДН простых АФАР, имеющих возможность перестройки каждого луча, независимо от параметров ДН, формируемой излучателями в соседнем модуле. В связи с этим ЦАФАР имеет в N-раз больше независимых каналов обработки информации чем АФАР, имеющая такое-же количество M-излучателей.

Ограничением, имеющим весомое влияние на формирование общей ДН ЦАФАР, является угол отклонения главного лепестка модуля, так как при больших углах отклонения возможно перекрестное наложение сигнала.

Принципиальное отличие ЦАФАР от АФАР с цифровой обработкой сигналов, является в том, что в ЦАФАР реализована цифровая обработка сигналов в каждом канале, независимо от остальных модулей, вместо обработки совокупного цифрового сигнала в одном канале центрального обработчика сигналов. Информация, попадающая в вычислитель, уже имеет предварительную обработку, что значительно упрощает и ускоряет работу центрального обработчика информации.

Так как в радиотехнической системе с таким типом антенн имеется N-независимых каналов, справедливо предположить, что в общем виде эффективность помехозащиты увеличивается в N-раз, при наличии одно источника помех.

Частота несущей и направление луча может перестраиваться в зависимости от помеховой обстановки в эфире. В случае, если в направлении основного луча ДН имеется признак наличия «мешающего воздействия», алгоритм адаптации такой антенны может сменить канал передачи данных, имеющего иные тактико-технические характеристики, либо сменить

направление передачи или приема данных, что приводит к снижению эффективности и затруднению противодействия к таким радиотехническим системам.

В отличие антенны, имеющей фиксированную ДН, ЦАФАР имеет возможность независимо, в каждом канале, формировать различные весовые коэффициенты и компенсировать разнесённость источников помех на расстояние, большее, чем ширина главного лепестка ДН.

Имеет более резкое изменение отношения сигнал/помеха в зависимости от азимутального направления, что позволяет точнее определить направление источника помех.

В случае, если постановщики помех разнесены, то радиотехническая система с ЦАФАР может в системе реального времени адаптироваться к N-1 источникам помех.

В заключении, можно сделать вывод, что РСА с ЦАФАР имеют значительное преимущество по сравнению с АФАР с цифровой обработкой сигнала, так как цифровых каналов обработки в N-раз больше.

Структуризация данных об активности пользователя для анализа легитимности его действий

Джум В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карпухин Е.О.
МАИ, Москва
dghum1996@mail.ru

В наше время на большом количестве предприятий компьютеры используются в рамках рабочей деятельности. В основном они используются для ускорения или упрощения различных процессов, таких как: работа с документами, связь с сотрудниками или деловыми партнерами, управление удаленными устройствами, а также для администрирования локальных сетей. Благодаря цифровизации, каждый день становится всё больше как предприятий, которые используют компьютеры, так и целей, для которых компьютеры используются.

Однако такое использование компьютеров имеет свои недостатки:

• Компьютеры подвержены влиянию вирусного ПО, что может привести к утечке конфиденциальной информации или её повреждению.

• При доступе злоумышленника к компьютеру у него появляется не только доступ к информации, хранящейся на данном устройстве, но и доступ к локальной сети, в которой находится компьютер.

• Нецелевое использование рабочего времени сотрудниками, которые часто работают за компьютерами.

Для борьбы с перечисленными недостатками существуют различные решения, такие как: антивирусное ПО, средства управления правами доступа пользователя, а также средства, предотвращающие запуск запрещённого ПО. Однако на практике перечисленные решения не всегда справляются со всеми поставленными задачами. Кроме этого, в рамках большой локальной сети, эти средства могут оказаться перегружены.

В качестве дополнительной меры борьбы с указанными недостатками реализовано средство анализа легитимности действий пользователя. Данное средство имеет возможность структурировать обрабатываемые данные для решения проблемы с большими объемами передаваемых данных об активности пользователя. Сведения о действиях пользователей хранятся в формате базы данных, а для обеспечения безопасной передачи используются XML-документы.

В результате был сделан вывод о корректности работы разработанного решения, а также предложены сценарии действий администратора данной системы.

Список литературы:

1. Paul DuBois «MySql Cookbook» — третье издание, переработанное и дополненное, 2014 г.;

2. Мазепа Р.Б., Михайлов В.Ю., Витомский Е.В., Корнилов А.М., Красильникова О.С., Неволин А.О. «Проблемы безопасного информационного взаимодействия в распределенной среде» — 2009 г.

Методы защиты от активных радиолокационных помех

Дуванов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гульшин В.А.
УлГТУ, Ульяновск
duvanov-anton@yandex.ru

Помехозащищенность, то есть способность противодействовать помехам различного рода, является важнейшей характеристикой любой современной радиолокационной системы. Особенно сильно борьба с помехами необходима при работе в боевых условиях, где кроме естественных помех создаются искусственные (активные) помехи, целью которых является прекращение нормальной работы РЛС [1].

С точки зрения воздействия активных помех на системы РЛС методы защиты можно разделить на две основные группы:

• Методы, препятствующие попаданию помехи в приемную систему и устройство обработки сигнала.

• Методы борьбы с помехами, проникшими в приемную систему.

В целях защиты РЛС от активных помех используются следующие различия между сигналом и помехой:

1) Энергетические различия;

2) Различия в спектральном составе;

3) Различия во временной структуре;

4) Различия в амплитудах сигналов и помех;

5) Различия в пространственном положении цели и источника помех;

6) Различия в поляризационной структуре [2].

Главным недостатком данных методов является сложность их применения при одновременном воздействии активных и пассивных помех, как это зачастую происходит в боевой обстановке и согласования работы различных устройств помехозащиты в рамках одной конкретной РЛС.

В частности, широко применяемый для защиты от пассивных помех метод селекции движущихся целей требует повторения зондирующих импульсов с определенной частотой для того, чтобы обеспечить нормальную работу схем чересперiодной компенсации. Однако при использовании перестройки несущей частоты для защиты от активных помех такое повторение зондирующих импульсов не обеспечивается, что делает невозможным одновременную защиту от активных и пассивных помех.

Возможным выходом из этой ситуации является метод, при котором для реализации режима СДЦ несущие частоты двух парциальных импульсов, находящихся на одной и той же позиции в любых двух последовательно излучаемых составных импульсах, равны [3].

Однако данное решение обладает рядом недостатков, в частности, для формирования парциальных импульсов необходим СВЧ–генератор, обеспечивающий быструю перестройку частоты, что негативно сказывается на его стабильности.

Этого недостатка лишен метод, при котором вместо парциальных импульсов используется последовательность кратных импульсов, задерживаемых на разные периоды повторения. Такой метод использует перестройку частоты по определенному сложному закону, при этом для осуществления селекции движущихся целей используются не все зондирующие импульсы, а только кратные. Комбинируя различные законы перестройки частоты и схемы ЧПК с различной кратностью, можно получить достаточно сложный закон изменения зондирующего сигнала.

Процесс проектирования РЛС, реализующей данный метод, целесообразно начать с построения модели в среде программирования MATLAB. Это позволит оценить её эффективность по сравнению с существующими методами помехозащиты. Построенная модель будет является основанием для проведения дальнейших разработок.

Список литературы:
1. Белоцерковский Г. Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства. М., «Сов. радио», 1975.
2. Методы и способы защиты от активных помех. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.org/1-137396.html
3. Патент РФ. Радиолокационная система с перестройкой несущей частоты в режиме сдц / Гульшин В.А., Сайфутдинов Н.А., Яровиков О.С.
4. Горбачев И.В. Виртуальный лабораторный стенд для имитационного моделирования радиолокационных систем / Горбачев И.В., Бужерак Ю.Э., Краус Д.Г. // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2017. №12. Т.15. С. 20 – 23. 2.
5. Похилько А.Ф., Горбачев И.В., Рябов С.В. Моделирование процессов и данных с использованием CASE-технологий. – Ульяновск: 2014.

Автоматическое обнаружение кильватерного следа на радиолокационном изображении

Елизаветина С.И.
Научный руководитель — к.т.н. Ясенцев Д.А.
МАИ, Москва
sveta567890@mail.ru

В настоящее время задача обнаружения надводных судов на радиолокационных изображениях (РЛИ) является одной из самых актуальных при эксплуатации спутниковых средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Помимо определения таких характеристик надводных судов, как географические координаты и геометрические размеры, существует возможность оценки их скорости и направления движения в случае наличия на РЛИ видимого кильватерного следа.

Движение любого надводного судна по морской поверхности сопровождается возникновением сложной системы гидродинамических волн, сохраняющихся в течение длительного времени. За кораблем образуется кильватерный след, вид, продолжительность и протяжённость которого зависит от водоизмещения и скорости корабля, а также состояния морской поверхности.

Установка отметки от кильватерного следа на снимке в общем случае, выполняется оператором-дешифровщиком РЛИ вручную, однако в этом случае при наличии высокого уровня спекл-шумов на РЛИ вероятность ошибки обнаружения границ кильватерного следа будет достаточно высока. Кроме того, работа оператора-дешифровщика требует определённых временных затрат и высокой квалификации. Автоматическое определение границ кильватерных следов надводных кораблей позволит исключить возможные ошибки, обусловленные человеческим фактором.

Для решения данной задачи предлагается использовать преобразование Радона, реализованное в математическом пакете MatLab. Данное интегральное преобразование функции многих переменных родственно преобразованию Фурье. Важнейшим свойством преобразования Радона является обратимость, то есть возможность восстанавливать исходную функцию по её преобразованию Радона.

В математической среде MatLab результатом преобразования Радона будет являться синограмма — двумерное представление всех одномерных проекций среза объекта как функции проекционного угла. Проекционный угол отображается по ординате, линейная координата проекции — по абсциссе. На основе полученной синограммы и строится искомая прямая, определяющая кильватерный след на РЛИ.

Цель настоящей работы заключается в подтверждении возможности автоматического обнаружения границ кильватерных следов на РЛИ на основе данных, полученных при их обработке в математической среде MatLab с использованием прямого преобразования Радона.

Оценка возможности разработки комплексной системы обнаружения и распознавания объектов авиации

Зайцев А.Е.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Дидрих В.Е.
АО «ТЗ "Октябрь"», Тамбов
praviypalecnogi@rambler.ru

В условиях боевых действий требуется оперативное принятие решений, поэтому для увеличения эффективности необходимы информационные системы с возможностями систем поддержки принятия решений, оценивающих радиоэлектронную обстановку.

Для повышения скорости принятия решений в условиях боевых действий необходимы системы распознавания обнаруженных объектов [1].

В комплекс системы должны входить средства, позволяющие проводить исследование цели в радио, видео, ИК, звуковом диапазонах.

Для обнаружения цели используются средства пассивной радиоразведки и РЛС. С помощью них определяются размеры объектов, высота, азимут, скорость. Для излучающего объекта используется радиообнаружение: перехват сообщений, определение видов модуляции, используемых при шифровании. Для пассивных объектов собирается видео информация, тепловая сигнатура, звукометрия.

Собранные данные должны обрабатываться экспертной системой в реальном времени. Для идентификации обнаруженных объектов должна использоваться база знаний, представляющая собой набор тактико-технических характеристик объектов, например:

- Габаритные размеры;
- Установленная на борту аппаратура;
- Внешний вид объекта;
- Тепловая сигнатура;
- Виды модуляции, используемые при шифровании передаваемых данных;
- Т.д.

Кроме того, базу знаний формируют наборы правил, позволяющие путем обработки данных решать задачу распознавания и идентификации обнаруженных объектов.

Система управления базой данных строится с использованием IMDB (In-memoryDatabase), размещаемой в оперативной памяти. Она выделяется на фоне систем, в которых используется механизм дискового хранения. Базы данных в памяти быстрее, чем базы данных, оптимизированные для использования устройств постоянного хранения, поскольку доступ к ним медленнее, чем доступ к памяти, а внутренние алгоритмы оптимизации проще и выполняют меньше инструкций ЦП. Доступ к данным из памяти исключает время на поиск при их запросе, что обеспечивает более быструю и предсказуемую работу, чем при использовании дискового накопителя. Поскольку оперативная память энергозависима, то используется запись с предварительным журналированием на энергонезависимом устройстве для обеспечения целостности базы данных при внезапной перезагрузке [2].

Система должна иметь возможность дублирования и замещения, в случае невозможности использования одного из средств сбора данных. Система должна иметь тестовые режимы и сообщать о неисправностях пользователю. В состав системы должна входить общевойсковая система радиолокационного опознавания «свой-чужой». Система работает в автоматическом и полуавтоматическом режимах: выполняется обнаружение в указанных зонах с возможностью их перенастройки. Данные об объектах передаются на сервер, обрабатываются и выводятся на АРМ оператора. АРМ удаленно взаимодействует с сервером через ЛВС Ethernet [3].

Анализ показывает устойчивость системы в условиях отказов и сбоев, что свидетельствует о надежности. Использование системы IMDB обеспечивает скорость взаимодействия с базой данных [4]. Системы дублирования увеличивают ресурс системы. Данная система распознавания увеличит скорость принятия решений и успех выполнения

задач подавления, за счет точного определения сил и средств, которым необходимо противодействовать.

Список литературы:

1. Радиотехнические системы передачи информации: учебник / под ред. И.Г. Карпова. Тамбов: ТВВАИУРЭ (ВИ), 2008. 447 с.

2. Национальная библиотека им. Н. Э. Баумана Bauman National Library [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: https://ru.bmstu.wiki/IMDB_(In-memory_Database).

3. Смирнова Е.В., Козик П.В. Технологии современных сетей Ethernet. Методы коммутации и управления потоками данных: учеб. Пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 272 с.

4. Шкляр В.Н. Надежность систем управления: учеб. пособие / В.Н. Шкляр; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. 126 с.

Цифровая система связи с двоичной и квадратурной фазовой манипуляцией

Кашапова Р.А., Зуев М.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Логинов С.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
kashapovar96@gmail.com

В цифровых системах связи используются различные виды цифровой модуляции. У каждого вида манипуляции есть свои достоинства и недостатки, которые определяют сферу её применения. В данной работе мы подробно рассмотрели виды фазовой манипуляции, а именно: двоичную и квадратурную. Спроектировали системы связи с данными видами манипуляций. Были получены осциллограммы сигналов на различных этапах моделирования, а именно: сигнал на передающей стороне, модулированный сигнал, сигнал под воздействием шумов, а также сигнал на приемной стороне после демодуляции.

Методы двоичной фазовой (BPSK) и квадратурной фазовой (QPSK) манипуляции имеют свои преимущества и недостатки, и поэтому могут использоваться в одной и той же беспроводной системе, но для различных целей.

Особенность QPSK модуляции заключается в том, что при данном виде манипуляции происходит кодирование двух бит передаваемой информации одним символом. При BPSK модуляции – кодирование одного бита. Говоря другими словами, квадратурная фазовая манипуляция имеет высокую пропускную способность по сравнению с двоичной фазовой манипуляцией.

BPSK считается надежной схемой модуляции по сравнению с QPSK, так как в приемнике проще детерминировать исходные биты. В данной работе были получены сигнальные созвездия указанных выше манипуляций, наглядно иллюстрирующие количество точек принятия решения, необходимых для извлечения исходной информации. После прохождения как BPSK, так и QPSK через канал с шумом, в демодуляторе двоичной фазовой манипуляции требуется только две точки принятия решения для извлечения исходной двоичной информации. В демодуляторе квадратурной фазовой манипуляции необходимы четыре точки принятия решения. С BPSK модуляцией можно получить большее расстояние от сотовой ячейки базовой станции или стационарной станции до мобильных абонентов по сравнению с QPSK.

Также мы рассмотрели понятие вероятности битовой ошибки. Расчет вероятности битовой ошибки двоичной фазовой манипуляции и квадратурной фазовой манипуляции выполняется по одной математической формуле. При одинаковом значении вероятности битовой ошибки данные виды манипуляций имеют расхождение в отношении сигнал/шум. При BPSK модуляции отношение сигнал/шум меньше, что обеспечивает высокий уровень помехоустойчивости. Данный вид цифровой фазовой модуляции является самым помехоустойчивым.

В нашей работе также была разработана принципиальная схема квадратурного демодулятора. Это устройство является одним из ключевых устройств, используемых в

проектировании системы связи. Схема может быть использована и в разработке схемы модулятора, так как эти устройства имеют схожую структуру. Принцип действия разработанной схемы является универсальным и может быть применен в системах связи с различными видами манипуляций.

Результаты данной работы могут использоваться в проектировании беспилотных летательных аппаратах, таких как квадрокоптеры и дроны.

Модель защищённого взаимодействия устройств Интернета вещей на примере веб-камер

Климук А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карпухин Е.О.
МАИ, Москва
dnb.affl@yandex.ru

Веб-камеры и IP-камеры широко используются в наше время. Такое использование обусловлено несколькими факторами. Во-первых, эти устройства могут обеспечить высокий уровень безопасности территории, на которой они установлены для видеонаблюдения. Кроме этого, данные видеоустройства могут использоваться для переговоров в случаях, когда собеседники не могут обеспечить личную встречу. Оба варианта обеспечили указанным видеоустройствам широкое применение в рамках Интернета вещей.

Однако, у таких камер есть некоторые особенности:

• Во-первых, чаще всего IP-камеры используют Linux в качестве операционной системы, так как у очень малого числа компаний есть возможность писать своё собственное ядро прошивки.

• Во-вторых, такие камеры зачастую должны быть доступны извне локальной сети, что создает множество векторов атак на данные устройства.

Одной из уязвимостей IP-камер является перегрузка канала передачи данных с видеоустройства пакетами деаутентификации. В таком случае камера теряет доступ к каналу передачи, что вызывает «заморозку» картинки на стороне наблюдателя. Путем проведения эксперимента было проверено, что рассматриваемые видеоустройства действительно подвержены данной атаке. Также была рассмотрена возможность реализации атаки типа man in the middle, для перехвата и потенциального изменения передаваемых данных.

Результаты проведенных экспериментов, а также анализ соответствующих публикаций показали, что их использование IP-камер без соответствующей защиты может привести к угрозам безопасности, включающих: искажение данных, потерю данных, потерю контроля над территорией, наблюдаемой через IP-камеру. Кроме этого существует вероятность проникновения злоумышленника во внутреннюю сеть, использую веб-камеру как входную точку.

В качестве мер безопасности были предложены следующие варианты:

• Организация VPN-туннеля для защиты беспроводного канала от внешнего воздействия.

• Использование сертификата SSL от «Let's Encrypt» для шифрования передаваемых данных, что обеспечит контроль над их достоверностью.

• Использование локального или облачного сервера авторизации для автоматической авторизации с помощью случайно сгенерированных паролей, что позволит ограничить несанкционированный доступ к видеоустройству.

• Также было предложено осуществление организационных мер безопасности для снижения угроз из-за недостаточной квалифицированности рабочего персонала.

Корректность работы всех рассмотренных мер безопасности была подтверждена, однако в некоторых случаях использование этих мер ограничено или имеет свои недостатки:

• При использовании VPN-туннеля всё ещё существует вероятность утери устройства, через которое производится доступ к IP-камере.

• Использование сертификата SSL от «Let's Encrypt» также имеет свои минусы. Например, максимальное количество таких сертификатов внутри одного домена ограничено 50, что

является малым числом в случае системы безопасности крупного предприятия. Кроме этого данные сертификаты имеют относительно небольшую длительность – 90 дней.

• В случае использования сервера авторизации сложности возникают при обеспечении его безопасности, так как при его компрометации злоумышленник получает доступ ко всем устройствам в локальной сети.

В конечном итоге был сделан вывод о невозможности корректного обеспечения безопасности при использовании только одной из перечисленных мер. Это приводит нас к выводу о необходимости комплексного решения проблемы.

Список литературы:

1. IBM [Электронный ресурс]: What is the Internet of Things, and how does it work? URL: https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/what-is-the-iot/ (дата обращения: 03.01.2020);

2. Филяк П.Ю. Информационная безопасность при использовании мобильных устройств в корпоративной среде // Информация и безопасность, том 19, №4, 2016г – с. 579-582. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27194999 (дата обращения – 05.01.2020);

3. CSO [Электронный ресурс]: Peeping into 73,000 unsecured security cameras via default passwords URL: https://www.csoonline.com/article/2844283/peeping-into-73-000-unsecured-security-cameras-thanks-to-default-passwords.html (дата обращения: 06.01.2020)

Алгоритм обнаружения неподвижных людей

Козлов Р.Ю.
Научный руководитель — д.т.н. Гаврилов К.Ю.
МАИ, Москва
Alain.Delon1993@yandex.ru

Рассматривается задача обнаружения неподвижных живых людей, находящихся внутри помещений, при радиолокационном зондировании через стену. Отличительным признаком цели – живого человека, является наличие у него дыхания, сердцебиения и возможное шевеление частями тела. Для решения этой задачи предлагается алгоритм, особенностью которого является использование оценок среднего значения сигнала во всех элементах дальности для удаления постоянной составляющей.

Первичные данные радиолокационного зондирования представлены в виде матрицы комплексных чисел в координатах дальность-номер кадра, амплитуды и фазы которых характеризуют коэффициент отражения и дальность отражателей соответственно. При этом разрешающая способность по дальности должна быть согласована с размерами целей, то есть должна быть не хуже 0,5 м. Период смены кадров может изменяться в пределах от 0,05 сек до 0,5 сек, иначе говоря, частота отсчетов медленного времени составляет от 2 Гц до 20 Гц.

Разработанный алгоритм включает следующие этапы.

1. Вычисление модуля комплексного отсчета сигнала для каждого элемента дальности и времени.
2. Сглаживание сигнала по отсчетам медленного времени или по кадрам. Для каждого элемента дальности вычисляется среднее по времени значение, усредненное на интервале 0,5 сек. Эта процедура проводится с целью уменьшения высокочастотных шумов.
3. Вычисление среднего значения сигнала для каждого элемента дальности, выполняемое по всем кадрам. В качестве среднего значения используется медиана, которая является более устойчивой оценкой по сравнению со средним арифметическим значением.
4. Компенсация среднего значения сигнала, вычисленного на предыдущем этапе, для всех элементов дальности во всех кадрах. Эта процедура позволяет удалить сигналы, отраженные от неподвижных стационарных объектов, являющиеся помехами. При этом сигналы от подвижных и малоподвижных (флуктуирующих) объектов сохраняются.

В пустой комнате можно наблюдать слабые отражения от металлических предметов. Такие помеховые сигналы могут иметь амплитуду соизмеримую с амплитудой полезных сигналов. Обнаружение полезных сигналов проводится на основе выполнения следующих шагов.

• Решение о наличии человека принимается в случае превышения сигналом некоторого порога. Эта процедура выполняется для каждого элемента дальности независимо друг от друга. Порог вычисляется как усреднение по всем дальностям средних значений, полученных на третьем этапе.

• Индикация цели. Кроме информации о наличии или отсутствии человека на индикаторе РЛС также выводится информация о координатах цели (прежде всего, дальности), если она присутствует.

Разработанный алгоритм прошёл апробацию при проведении натурных испытаний с макетом радара малой дальности действия (не более 30 м) при зондировании через кирпичную стену. В радаре использовался сверхширокополосный сигнал, обеспечивающий разрешающую способность по дальности не хуже 0,1 м. Он показал высокую эффективность – обнаружение сидящих и стоящих людей без ложных срабатываний и пропусков целей при времени накопления сигналов порядка 5 сек (число кадров менялось в пределах 25…50).

Рассмотренный алгоритм целесообразно сравнить с алгоритмом чересперiодной компенсации (ЧПК), широко используемым для решения аналогичных задач. Алгоритм ЧПК проще, так как основан на вычитании текущего кадра из предыдущего. Однако такой алгоритм с трудом способен обнаружить слабые флуктуации амплитуды сигнала. Но он хорошо подходит для выделения быстро перемещающихся объектов. Например, ходящих животных и людей. Алгоритм ЧПК также был опробован на практике. Существенным недостатком алгоритма ЧПК по сравнению с предложенным является необходимость использования значительно большего времени накопления, которое при проведении испытаний составляло 50 сек. При этом обнаружение неподвижных людей сопровождалось значительным числом пропусков целей при вероятности правильного обнаружения около 60%. Для алгоритма ЧПК имели место также и ложные срабатывания, число которых было значительно больше, чем у предложенного алгоритма.

Перспектива производства самолёта «Superjet-100» на базе отечественной радиоэлектроники

Котов С.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Волкова Г.А.
МАИ, Москва
semyon212vip@inbox.ru

Как правило, большая часть авиабортов, которые сейчас интенсивно используются, произведены за границей. Несколько лет назад в России вплотную занялись вопросом производства собственных гражданских самолётов, которые можно было бы использовать как на регулярных рейсах, так и для решения задач бизнес авиации. Для того чтобы в нашей стране появилась своя новая авиатехника гражданского назначения, в 2000 году была создана компания "Гражданские самолёты Сухого", где главный проектом выступил самолёт «Sukhoi Superjet 100». Консультантом этого летательного аппарата является компания «Boeing», а всего в нем участвуют более 30 ведущих фирм.

1) авионика — THALES,
2) система управления — LIEBHERR,
3) шасси — MESSIER DOWTY,
4) топливная система — INTERTECHNIQUE (ZODIAC),
5) противопожарная система — AUTRONICS (CURTISS WRIGHT),
6) кислородная система — B/E AEROSPACE,
7) вспомогательная силовая установка — HONEYWELL,
8) гидравлическая система — PARKER,
9) система электроснабжения — HAMILTON SUNDSTRAND,
10) колеса, тормоза – GOODRICH.

Одна из основных претензий критиков: «Superjet-100» нельзя назвать российским самолётом, потому как имеет большое количество иностранных компонентов. Исходя из этого

заявления возникает вопрос, возможно ли реализовать данный летательный аппарат на базе радиоэлектроники местного производства? Для наиболее объективного ответа, необходимо провести подробное сравнение тактико-технических характеристик импортных и отечественных бортовых приборов.

На основе этого анализа можно сделать вывод о причине столь подавляющего количества зарубежных систем в российском самолёте. В настоящий момент отечественные компании не могут предоставить на рынок все необходимые компоненты авионики. Доступные сейчас экземпляры значительно проигрывают по своим габаритам и условиям эксплуатации, хотя во многом и не уступают импортным компонентам. Однако, причина выбора иностранных поставщиков — не только в меньшем весе или более высокой надёжности. Главный и основной критерий — возможность сертификации комплектующих и систем в составе самолёта — по международным нормам EASA/FAA. А так же возможность реализации этих систем за приемлемые сроки, с гарантией качества и стабильностью цены.

Стоит отметить, что создать самолёт было необходимо за кратчайшие сроки, нашим предприятиям потребовалось бы ещё несколько лет, чтобы сертифицировать всю авионику. На данный момент производство систем постепенно локализуется. За последние годы удалось снизить долю иностранных комплектующих более чем на 30%, что ещё раз доказывает возможность конкуренции между российскими и зарубежными компаниями в сфере авиастроения.

Использование беспилотных летательных аппаратов для обзора земной поверхности

Кудрявцева Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Терехин О.В.
МАИ, Москва
bd4k9u7s@yandex.ru

Актуальность работы обусловлена интенсивным развитием беспилотных летательных аппаратов и расширением области их применения (например, дистанционное зондирование земной поверхности, географические исследования, мониторинг чрезвычайных ситуаций вне зависимости от времени суток и погодных условий). Преимуществами беспилотных летательных аппаратов по сравнению с пилотируемыми аппаратами является меньшая стоимость, меньшие размеры, меньшие энергетические затраты, высокая разрешающая способность (до 2-3 см), что позволяет широко применять их для решения разведывательных задач.

Наиболее важной частью беспилотного летательного аппарата для решения различных задач является установленная на нем РЛС, функционирование которой не представляется возможным без современной антенной системы, к которой предъявляются специфические требования (минимальные массогабаритные параметры, широкая диаграмма направленности, низкий уровень боковых лепестков, высокая электромагнитная совместимость и т.д.)

В работе рассмотрены следующие этапы:

1) представлен обзор различных беспилотных летательных аппаратов и используемых на них антенн, проведен их сравнительный анализ и сформулированы требования к антеннам современных БПЛА;

2) выбрана антенна малогабаритного беспилотного летательного аппарата и в системе автоматизированного проектирования CST Microwave Studio разработана её модель, рассчитаны её основные характеристики (коэффициент усиления, коэффициент стоячей волны, диаграмма направленности, рабочая полоса частот).

Калибровка плоской фазированной антенной решетки на основе измерения поля излучения в ближней зоне

Куприянов Е.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Темченко В.С.
МАИ, Москва
corsair954@mail.ru

В современных радиотехнических комплексах, включающих системы радиосвязи, радиолокации и опознавания используются фазированные антенные решетки (ФАР) и активные фазированные антенные решетки (АФАР). Они позволяют не только осуществлять электрическое управление лучом, но и формировать диаграммы направленности (ДН) специальной формы с провалами в направлении на сигналы помехи. Формирование заданной ДН осуществляется путем изменения амплитуд и фаз излучающих элементов решетки, при помощи аттенюаторов и дискретных фазовращателей. Проектирование, изготовление, настройка и эксплуатация ФАР требует от разработчиков решения ряда сложных задач, включающих создание измерительной аппаратуры, его программного обеспечения, а также разработку методов диагностики и калибровки.

В работе рассмотрены традиционные методы диагностики и калибровки ФАР по результатам измерений как в ближней зоне (БЗ), так и дальней зоне. Обсуждаются достоинства и недостатки безфазовых методов калибровки, методов основанных на реконструкции источников излучения путем решении обратной задачи и др. [1,2].

Рассмотренный метод калибровки, в отличие от традиционных методов, использует априорную информацию об антенне. Это может быть геометрия ФАР, способ возбуждения антенны и известные характеристики фазовращателей и аттенюаторов калиброванной (эталонной) ФАР, конструктивно совпадающей с тестируемой ФАР (ТФАР) [3,4]. Решение задачи диагностики ТФАР сводится к измерению поля излучения в БЗ, затем на основе предложенного алгоритма определяется амплитуда и фаза каждого излучателя ТФАР. Такой подход позволяет определить насколько её характеристики и параметры отличаются от соответствующих параметров калиброванной ФАР. Это обусловлено отличием параметров усилителей (аттенюаторов), одиночных и групп управляемые фазовращатели (ФВ), при создании производством указанных радиокомпонентов, а также незначительным отличием распределительной системы, используемых при создании ТФАР. Кроме того, указанные параметры меняются в зависимости от температуры и эффектов старения в процессе её эксплуатации, что приводит к ошибкам амплитуды и фазы при возбуждении элементов ФАР. При решении задачи калибровки предложенным методом учитываются характеристики зонда-регистратора, расположенного в БЗ в плоскости измерений, при проведении измерении поля излучения как ТФАР, так и эталонной ФАР. Такой подход позволяет определить, а затем и скомпенсировать указанные ошибки путем установки требуемой амплитуды и фазы излучателей ТФАР, а затем по полученному полю излучателей определить ДН и поляризационные характеристики антенны.

В настоящей работе приведены результаты численного моделирования калибровки многоэлементной линейной ФАР, полученные аналитически, а также с использованием метода конечных разностей во временной области. При этом полагалось, что в модели ТФАР фазовые и амплитудные ошибки априорно известны. Для заданной модели проведен анализ точности результатов калибровки по равнению с эталонной ФАР.

Список литературы:

1. Bucci, O.M., Migliore M. D., Panariello G. and Sgambato P Accurate diagnosis of conformal arrays from near-field data using the matrix method, // IEEE Transact. Antenna Propagat., V. 53. №3, pp 1114–1120, 2005.

2. Бондарик А.В., Шитиков А.М., Шубов А.Г. Опыт использования поэлементных методов MTE и REV для калибровки многоканальных фазированных антенных решеток // Антенны. 2005. №1. С. 15-21.

3. L.Wei, D. Weibo, Y. Qiang and S. Ying, “A hybrid diagnosis method for defective array elements based on compressive sensing and Iterative shrinkage thresholding algorithm”, 2017 International Symposium on Antenna Propagat., (ISAP), Phuket, Thailand, 2017.

4. G. Kuznetsov, V. Temchenko, M. Miloserdov, D. Voskresenskiy Modifications of active phased antenna arrays near-field diagnosis method based on compressive sensing // International Journal of Microwave and Wireless Technologies. 18 July 2019. V. 11, pp 568-576.

Микродоплеровские признаки низкоскоростных малозаметных целей

Кутина А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Свердлов Б.Г.
МАИ, Москва
terezzka@ya.ru

Обнаружение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с помощью традиционных обзорных РЛС неэффективно ввиду их малоразмерности и малой радиолокационной заметности (значения ЭПР не превышают 0,02 м^2). Кроме того, схожими характеристиками при обнаружении обладают также птицы, которые в воздушном пространстве обнаруживаются гораздо чаще. Чтобы избежать ложной тревоги при обнаружении малой цели необходимо также распознать её при помощи определённых методов обработки отражённых сигналов.

В качестве одного из отличительных признаков можно рассматривать микродоплеровский эффект. Он появляется вследствие микродвижений: взмахов крыльев, вращения лопастей винтов или пропеллеров и имеет свои особенности для каждого из этих случаев. Этот эффект наблюдался в исследованиях различных авторов в K- и W- диапазонах волн, для X- диапазона результаты менее наглядны.

Рассмотрена задача распознавания небольших воздушных целей наземной радиолокационной системой малой дальности с помощью их доплеровских и микродоплеровских спектрограмм. Для исследования использованы исходные данные в виде реализаций, отражённых от малых целей сигналов, полученные в результате натурных экспериментов. Спектрограммы построены во время-частотной области и представляют собой доплеровские профили, рассчитанные для занимаемых целью стробов дальности. Исследование отражённых сигналов в частотной и время-частотной областях может помогать классифицировать цели благодаря различиям в их спектрограммах.

Результаты работы будут использоваться при проведении дальнейших исследований в области распознавания малых целей. Немаловажными и перспективными также являются поиск и изучение новых сигнальных и траекторных признаков.

Особенности селекции наземных движущихся целей в двухдиапазонных РСА

Кучмий А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ясенцев Д.А.
МАИ, Москва
artem.kuchmy@gmail.com

Наблюдение наземных движущихся целей (НДЦ) является одной из основных задач бортовых РЛС самолётов и вертолётов ударной авиации при обзоре земной поверхности. Учитывая сложности, возникающие при наблюдении НДЦ (малая скорость их движения и наличие мощных мешающих отражений от подстилающей поверхности), решение данной задачи сопряжено со сложными алгоритмами обработки отражённых сигналов. На сегодняшний день наиболее распространённым режимом при наблюдении НДЦ является селекция наземных движущихся целей (СНДЦ). Суть обработки радиолокационных сигналов в этом режиме состоит в раздельном наблюдении (разрешении) сигналов наземных

движущихся целей и пассивных помех, обусловленных переотражением зондирующих сигналов РЛС от неподвижной подстилающей поверхности.

Развитие элементной базы бортовых радиолокаторов, в том числе, антенных систем, привело к появлению двухдиапазонных РЛС обзора Земли. Для улучшения наблюдаемости малоразмерных НДЦ на фоне интенсивных отражений от подстилающей поверхности часто используют режим синтезирования искусственной апертуры антенны (РЛС с синтезированием апертуры антенны, РСА). Использование РСА позволяет многократно улучшить разрешающую способность бортовой РЛС носителя по угловой координате (азимуту), что, в свою очередь, уменьшает площадь элемента разрешения, и, следовательно, уменьшает эффективную поверхность отражения (ЭПО) фона. В режиме синтезирования апертуры имеется возможность наблюдения НДЦ при положительном контрасте, т.е. в случае превышения ЭПО НДЦ над ЭПО фона в пределах элемента разрешения, что существенно упрощает задачу обнаружения.

Использование одновременно функционирующих РСА, работающих на существенно разнесённых несущих частотах, даёт возможность повысить информативность при выделении сигналов НДЦ. За счёт двух диапазонов длин волн становится возможным, в частности, разрешение неоднозначности при измерении радиальной скорости НДЦ, улучшение её наблюдаемости на фоне неподвижной поверхности, а также оценка её истинного углового положения без использования моноимпульсной антенной системы.

Работа посвящена анализу потенциальных возможностей современных алгоритмов СНДЦ, используемых в РСА, при реализации в РЛС режима одновременной двухдиапазонной съёмки подстилающей поверхности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-37-00389).

Измерение характеристик направленности антенных решеток в промежуточной зоне

Либерман Е.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Добычина Е.М.
МАИ, Москва
efim.12@mail.ru

Испытания антенных решеток (АР) и проверка соответствия полученных характеристик направленности заданным является важнейшей частью разработки всей радиосистемы. До настоящего времени основные антенные измерения проводятся на открытых полигонах, где пытаются обеспечить условия работы в дальней зоне, даже для больших антенных решеток. Основной трудностью при проведении экспериментальных исследований таким способом является многолучевой характер распространения радиоволн, обусловленный влиянием подстилающей поверхности (земли). В результате связь между исследуемой и измерительной антеннами осуществляется не только прямым лучом, соединяющим их фазовые центры, но и лучом, отраженным от поверхности земли. Именно этим фактором обусловлена погрешность, вносимая в результат измерения [1].

Погрешности проводимых измерений зависят от размеров антенного полигона. Реализовать полноценные измерения в дальней зоне для большеразмерных антенн в условиях размещения в учебном корпусе института практически невозможно. Использование методов ближней зоны с планарным сканированием позволяет существенно снизить уровень требований к размерам БЭК [2]. Однако данный метод измерения требует достаточно сложной дополнительной обработки измеренных характеристик для получения диаграммы направленности (ДН) антенны. У этого метода есть своя погрешность при пересчете из ближней зоны в дальнюю. При измерениях характеристик антенн в ближней зоне наблюдается снижение уровня динамического диапазона боковых лепестков, при использовании комбинированного метода измерений динамический диапазон можно расширить.

В работе проведены теоретические и экспериментальные исследования по возможности измерения характеристик АР, когда измерительная антенна располагается в так называемой промежуточной зоне исследуемой решетки. Такой способ требует последующего пересчета

результатов эксперимента методом, основанным на интегрировании поля в зоне Френеля, или восстановлением по измерениям на разреженной сетке углов.

В результате показано, что измерение в промежуточной зоне можно проводить в безэховых камерах ограниченного размера, причем точность измерения соизмерима с точностью, получаемой в дальней зоне при прочих равных условиях. Оба метода пересчета из промежуточной зоны в дальнюю показали идентичные результаты, однако восстановление на разреженной сетке требует меньших вычислительных затрат.

Аудит автоматизированных рабочих мест с использованием технологии распознавания лиц

Лосев В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карпухин Е.О.
МАИ, Москва
2075100@mail.ru

Системы распознавания лиц всё активнее проникают в жизнь человека. В первую очередь это связано с безопасностью, так как такие системы позволяют ловить преступников, устанавливать слежку за подозреваемыми в преступления и делать это автономно, потому что просмотреть сотни камер одновременно, когда на них можно увидеть десяток людей, представляет из себя непосильную задачу для многих людей. Помимо правоохранительной сферы данная технология находит себе применение и в повседневной жизни. Распознавание лиц используется:

• Для авторизации пользователя и разблокировки устройства:
– Trusted Face (Android) [1];
– Face ID (iOS, macOS) [2, 3];
– Windows Hello (Windows 10) [4].
• В качестве основы для системы контроля доступа [5].

Данную технологию также можно использовать для аудита действий пользователя в условиях, когда нет возможности привязать человека к конкретной учетной записи – интернет кафе, лабораторные помещения с ограниченном количеством персональных компьютеров.

Система распознавания лиц состоит из двух подсистем:

1) Обнаружение лица в видеопотоке\фотографии.
2) Распознавание лица на основе коэффициента схожести образца из базы данных и фотографией лица полученной видеопотока с помощью первой подсистемы.

Для обнаружения лица используются один из трёх методов, перечисленных ниже. У каждого метода есть свои плюсы и недостатки.

• Haar Cascade (Каскад Хаара), представленный в библиотеке OpenCV [6];
• HOG (Метод Направленных Градиентов), представленный в библиотеке Dlib [7];
• Нейронные сети.

Для распознавания лица также может быть использован один из трёх методов:

• Метод Eigenfaces;
• Метод Fisherfaces;
• Нейронные сети.

Для аудита в системах Windows есть множество способов, одним из них является использование штатных средств аудита – журнал событий Windows. В дополнение к нему с помощью модуля wmi собирается информация о самом компьютере для ведения подробного отчёта.

Ведение аудита в ряде систем (пользователю не принадлежит конкретная учетная запись и\или используется одна учетная запись на множество компьютеров) является затруднительным, так как невозможно доказать, что именно этот человек совершил определённое действие. Именно с этой целью и предлагается использовать предложенную систему распознавания лиц.

Список литературы:
1. Justin Duino Trusted Face in Lollipop, explained. // Androidcentral. 2015. URL: https://www.androidcentral.com/face-unlock-explained (дата обращения: 31.01.2020)
2. Michele Wyman Press Release The future is here: iPhone X // Apple. 2017. URL: https://www.apple.com/newsroom/2017/09/the-future-is-here-iphone-x/ (дата обращения: 31.01.2020)
3. Andy Greenberg We Tried Really Hard To Beat Face ID—and Failed (So Far) // WiReD. 2017. URL: https://www.wired.com/story/tried-to-beat-face-id-and-failed-so-far/ (дата обращения: 31.01.2020)
4. Microsoft Windows Hello: Discover facial recognition on Windows 10 // Microsoft. 2018. URL: https://www.microsoft.com/en-us/windows/windows-hello (дата обращения: 31.01.2020)
5. Sigur Распознавание лиц // ПромАвтоматика. 2019. URL: https://sigursys.com/func_face_recognition.php (дата обращения: 31.01.2020)
6. Zhenyu Ye, 5KK73 GPU Assignment 2012 // Viola-Jones Face Detection. 2012. URL: https://sites.google.com/site/5kk73gpu2012/assignment/viola-jones-face-detection#TOC-Image-Pyramid (дата обращения 31.01.2020)
7. Satya Mallick, Histogram of Oriented Gradients // LearnOpenCV. 2016. URL: https://www.learnopencv.com/histogram-of-oriented-gradients/ (дата обращения 31.01.2020)

Алгоритм декодирования сообщений широкополосных аварийных радиобуев второго поколения в среднеорбитальном сегменте КОСПАС-САРСАТ

Масловский А.Ю.
Научный руководитель — Антонов Д.В.
МФТИ, Москва
aleksandr.maslovskiy@phystech.edu

Коспас-Сарсат является международной системой поиска и спасания основанной в 1979 г. СССР, Канадой, США и Францией. Данная система базируется на поиске аварийного радиобуя (АРБ) (передатчика, установленного на судах, самолётах, космических аппаратах или портативного устройства, которое могут взять с собой путешественники, рабочие и др.), передающего сигнал бедствия.

Принцип работы системы описывается следующими этапами:

• Этап 1: в случае чрезвычайной ситуации, АРБ переходит (автоматически или в ручную) в режим передачи сигнала;

• Этап 2: данный сигнал, попадая на космический аппарат, ретранслируется на землю, где принимается наземными станциями приёма и обработки информации(СПОИ)

• Этап 3: на СПОИ осуществляется декодирование сигнала и определение координат передатчика;

• Этап 4: полученная информация передается в координационный центр системы (КЦС)

• Этап 5: информация из КЦС попадает в поисково-спасательные службы, отвечающие за данный регион

С 2000 г. началась разработка и установка оборудования, осуществляющего ретрансляцию сигналов «поиска и спасания» на космические аппараты, входящие в глобальные навигационный спутниковые системы Glonass,GPS,Galileo которые образовали Среднеорбитальную Спутниковую Систему Поиска и Спасания(СССПС). [1]

На данный момент СССПС находится на этапе ранней эксплуатационной готовности. [2] В настоящее время для данной системы производится разработка аварийных радиобуев второго поколения (АРБ-2), передающих широкополосный сигнал. Данный тип сигнала позволяет уменьшить погрешность определения координат на наземных станциях, за счет уменьшения погрешности определения времени прихода сигнала на спутники – ретрансляторы, тем самым увеличивая продуктивность системы. [3]

В процессе работы исследовался сигнал излученный генератором АРБ -2 длительностью 1 секунда, с модуляцией OQPSK, на частоте 406,05±0.01МГц[4].

Каждый сигнал, генерируемый АРБ, содержит в себе 300 бит информации, первые 50 из которых имеют значение логической единицы, т.е. первые 166.7 мс сигнала являются немодулированной несущей (преамбулой) и не несут никакой смысловой нагрузки. Остальные 250 бит содержат в себе всю информацию передаваемой посылки (сигнала длительностью 1 секунда) [4].

В ходе исследований 2018 года был предложен и реализован алгоритм выделения сигналов АРБ-2 из общего потока I и Q отсчетов, выдаваемых Аналогово-Цифровым Преобразовательным Модулем (АЦПРМ) [5]. Продолжая данные исследования был предложен алгоритм декодирования цифровых сообщений АРБ-2.

Данный алгоритм представляет собой набор последовательно выполняемых действий, описанных.

Алгоритм программы декодирования:

• Преамбула сигнала сворачиваются с м последовательностью.

• На основе спектра полученной части сигнала оценивается значение несущей частоты по трем точкам, в окрестности максимального значения спектра.

• Производится оценка фазы сигнала.

• После чего происходит сдвиг сигнала по частоте в окрестность нулевых частот и компенсация фазы.

• После переноса частоты с полученного низкочастотного сигнала «снимается» ПСП и происходит декодирование сообщения.

Тестирование работы алгоритма проводилось на сигналах имитаторов АРБ, расположенных в лабораториях стран США, Франция. Сигналы излучались раз в 30 секунд и принимались станцией приема и обработки информации (СОСПОИ), расположенной в г. Москва.

Список литературы:

1. COSPAS-SARSAT DEMONSTRATION AND EVALUATION PLANFOR THE 406 MHz MEOSAR SYSTEM //C/S R.018 Issue 2–Revision 5 February 2018

2. COSPAS-SARSAT MEOLUT PERFORMANCE SPECIFICATION AND DESIGN GUIDELINE// C/S T.019, Issue 2 — Revisisson 1, February 2018

3. Перов А.И. Харисов В.Н. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования,4-е издание, 2010

4. Specification for second-generation COSPAS-SARSAT 406-MHz Beacons c/s T.018 Issue 1-Revision 2, February 2018

5. Труды 61-й Всероссийской научной конференции МФТИ, Аэрокосмические технологии, с. 163

Пеленгация точечных источников излучения в условиях многолучевого распространения радиоволн

Мерьков А.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Сычев М.И.
МАИ, Москва
baracuda1992@ya.ru

В настоящее время методы параметрического спектрального анализа получили широкое распространение в цифровой обработке сигналов, благодаря своей высокой точности и высокой вычислительной мощности современных ЭВМ. Основное применение эти методы нашли в задачах оценки центральных частот узкополосных сигналов при наличии аддитивного белого гауссовского шума (БГШ). Также данные алгоритмы применяются в пространственно-временной обработке сигналов для оценки числа и угловых координат точечных источников излучения. Среди этих методов наиболее широко известны: MUSIC, RootMUSIC, EV, ESPRIT. Однако у всех этих методов два серьезных недостатка: они не могут работать при высокой взаимной корреляции комплексных амплитуд сигналов точечных

источников излучения и не учитывают конфигурацию антенной решетки (АР), поэтому могут работать только в случае линейной эквидистантной (ЛЭАР) или плоской (ПАР).

Эти недостатки выявляют необходимость создания такого метода пеленгации который мог бы работать в условиях многолучевого распространения радиоволн и учитывал все особенности АР: конфигурацию, диаграмму направленности (ДН) элементов, комплексные частотные характеристики приемных каналов.

В данной статье рассматривается статистический синтез такого метода, приводятся результаты моделирования работы алгоритма для различных конфигураций АР, в различных тактических ситуациях и приводятся статистический рассчитанные СКО оценки угловых координат, в зависимости от различных параметров полезных сигналов и помех. На основе этих результатов были сделаны выводы о точности предложенного метода.

Определение характеристик рассеяния малогабаритных беспилотных летательных аппаратов

Нанеишвили И.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Темченко В.С.
МАИ, Москва
lal-13@yandex.ru

Развитие малогабаритной авиационной техники приводит к необходимости создания методик измерения эффективной площади рассеяния(ЭПР) данного класса беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в широкой полосе частот. Данные об ЭПР необходимы для оценки заметности ЛА и увеличения вероятности его обнаружения средствами радиолокации. Под ЭПР в случае полей, меняющихся во времени по гармоническому закону, понимают площадь такого плоского эквивалентного отражателя, который, равномерно рассеивая мощность падающей на него волны создает в дальней зоне такую же плотность потока мощности, что и реальный рассеиватель. ЭПР объекта зависит от поляризации падающей волны, углов падения и наблюдения, геометрии цели, электрофизических параметров её материалов, а также частоты [1].

В данной работе рассматривается методика измерения ЭПР объектов малых размеров, а также особенности, связанные с проведением таких измерений в безэховой камере. В при определении. ЭПР рассмотрены особенности измерения рассеянного неподвижным объектом сигнала, расположенного в безэховой камере (БЭК), то есть в стационарном режиме. Обсуждаются процедуры излучения, распространения приема для последующей обработки принятого сигнала с учетом знания формы зондирующего сигнала (ЗС). Важными при решения указанной задачи также необходимы знание векторной импульсной или передаточной характеристик СШП передающей и приемной антенн, расположенных в БЭК. Кроме того, для точной регистрации поля, рассеянного объектом при известном зондирующим сигнале, необходимо при проведении измерений учитывать (компенсировать) поля, рассеянные элементами конструкции БЭК, а также взаимовлияние передающей и приемной антенн с учетом их поляризации [2]. В работе приведено описание метода и этапов методики численного расчета моностатической и бистатической эффективной поверхности рассеяния (ЭПР) ряда тестовых объектов, приведены осциллограммы импульсов напряженности поля волн, рассеянных объектом (целью) при заданном СШП и КИ зондирующем сигнале. Приведены результаты полного электродинамического моделирования падения на объект и рассеяния плоской электромагнитной волны на основе метода конечных разностей во временной области. Достоверность расчетов проверена путем сравнения результатов расчета ЭПР тестовых объектов с известными результатами строгого аналитического расчета. Существенным при зондировании и приеме рассеянного объектом сигнала является выбор СШП антенны. В представленной работе проведен обзор антенн, пригодных для приема СШП и КИ сигналов, приведены их характеристики. Выбранная антенна должна удовлетворять ряду требований, в том числе: вносить минимальные искажения фронтов сигнала (минимальный "звон"); обладать постоянным входным

импедансом и постоянным направлением максимального излучения на всех частотах рабочего диапазона; обладать монотонной зависимостью коэффициента усиления от частоты; обладать выраженным фазовым центром; обладать линейной ФЧХ; обладать высоким КПД [3].

В работе приведены экспериментальные характеристики СШП антенны, возбуждаемой СК импульсом, определена оценка достижимых граничных значений импульсной и передаточных характеристик антенны, предельное значение указанных характеристик ограничено максимальным значением КНД, достижимым в полосе рабочих частот СШП антенны. Результаты позволяют провести сравнение граничных значений импульсной и передаточных характеристик СШП антенн, полученных расчетным и экспериментальным путями.

Список литературы:

1. Справочник по радиолокации // Под ред. М. Сколника // Под общей редакцией К. Н. Трофимова. Том 1. Основы радиолокации. – М.: Сов. Радио. 1976.

2. Morgan M.A. Ultra-Wideband Impulse Scattering Measurements // IEEE Trans. Antennas Propagat., V. 42, №.6, 1994. pp. 840-847.

3. Гринев А. Ю., Темченко В. С., Багно Д. В. Радары подповерхностного зондирования. Мониторинг и диагностика сред и объектов. – М.: Радиотехника, 2013.

Антенная решетка системы спутниковой связи с эллиптической поляризацией

Нгуен Динь То
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Овчинникова Е.В.
МАИ, Москва
ndt.mai.198@gmail.com

Обеспечение обмена информацией между космическим аппаратом (КА) и наземными пунктами управления является одной из главных задач. От качества и непрерывности сеансов связи КА с наземными службами зависит выполнение возложенной целевой задачи на КА, которая усложняется из-за ограниченного числа пунктов приёма и малого времени сеанса связи КА с пунктами приёма. На территории РФ находятся три пункта, позволяющие осуществлять прием целевой информации с КА. Поэтому дальнейшим направлением развития бортовой радиолинии передачи целевой информации (РЛЦИ) является повышение скорости передачи информации и разработка высокоскоростной радиолинии (ВРЛ). Один из наиболее эффективных способов увеличения скорости передачи информации состоит в изыскании путей построения бортовой сканирующей антенной системы.

Кроме скорости передачи информации необходимо повышать информационную емкость каналов связи. Для этой цели используются известные методы обработки сигналов. Для практической реализации такой линии связи возникает необходимость создания широкополосных антенн с круговой поляризацией поля излучения.

Следующая немаловажная задача связана с повышением энергетического потенциала РЛЦИ, которое может осуществляться различными способами: путем увеличения излучаемой мощности или коэффициента усиления антенны. Как известно, для повышения коэффициента усиления антенн целесообразно использовать многоэлементные антенные системы.

Таким образом, возникает актуальная задача построения высокоскоростной и сверхвысокоскоростной линий передачи на современной элементной базе.

Расширение функциональных возможностей современных систем спутниковой связи требует постоянного совершенствования конструкций антенн РЛЦИ и дальнейшего развития методов их анализа. Антенны в значительной степени определяют энергетический потенциал радиоканала передачи.

Рупорные и волноводные антенны с круговой поляризацией имеют высокий коэффициент эллиптичности $k_э$=0,7 в широком секторе углов до ±70° и обладают надежностью и технологичностью, поэтому они находят широкое применение в бортовых телекоммуникационных системах.

Для преобразования поляризации поля волноводной антенны используются поляризационные секции на основе круглых или квадратных волноводов. Поляризаторы на основе квадратных волноводов проще в изготовлении и расчете, т.к. неоднородности, благодаря которым возникает фазовый сдвиг 90° между ортогональными составляющими поля, размещаются в ортогональных плоскостях декартовой системы координат. В настоящее время для построения поляризаторов на квадратном волноводе широко применяются различные комбинации тонких диафрагм, расположенных на двух противоположных стенках волновода или отрезки гофрированных волноводов.

В докладе приведены модели расчета отдельных элементов и решетки из волноводных излучателей с поляризатором на квадратном волноводе. Определены характеристики направленности и частотные характеристики излучателей, а также различные схемы построения антенной решетки, обеспечивающие достижения требуемого энергетического потенциала. Антенная решетка системы спутниковой связи работает в диапазоне частот от 8 до 8,4 ГГц. КНД антенны на средней частоте диапазона составляет 15 дБ.

Проблемы использования наземных источников питания для беспилотных летательных аппаратов

Нечаев Р.А., Нечаева А.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Баранов А.М.
МАИ, Москва
rostislawrtn@gmail.com

На сегодняшний день беспилотные летательные аппараты востребованы в различных сферах бизнеса и промышленности. Бытовое использование мультироторных систем становится менее популярным ввиду высокой стоимости и законодательных ограничений.

С другой стороны, использование беспилотных летательных аппаратов в промышленности ограничено временными возможностями полёта. При использовании большего количества элементов питания на борту, аппарат теряет максимальную полезную нагрузку, что недопустимо.

Для обеспечения беспилотного летательного аппарата электроэнергией разрабатывается наземная система питания. Использование подобной технологии влечет за собой следующие проблемы: преобразование энергии и электромагнитные возмущения.

Влияния электромагнитных возмущений от преобразователей на компас является одной из труднорешаемых проблем. Решение данной проблемы необходимо для продолжительного бесперебойного полёта и удержания точки. Таким образом в России максимальное время полёта мультироторной системы, питающейся от наземной станции, составляет не более суток. Во время испытаний при достижении критического набора ошибок компаса беспилотный аппарат терял управление.

Другой проблемой питания является преобразование и передача питания для беспилотного летательного аппарата. Возможно два способа питания: от электросети 220 В или от источников постоянного тока. Эксперименты проводились с передачей на борт 400 В постоянного тока полученных от электросети 220 В. Данный метод показал свою работоспособность и эффективность при питании беспилотных летательных аппаратов.

Отсутствие унификации аккумуляторов и разъемов питания различных производителей беспилотных летательных аппаратов также является проблемой для разработки бортового понижающего преобразователя напряжения.

Разработка наземных источников питания беспилотных летательных аппаратов проводится как отечественными, так и зарубежными компаниями с применением различных подходов. Несмотря на это описанные проблемы являются актуальными и на сегодняшний день. Решение данных проблем позволит найти применение беспилотным летательным аппаратам в большем количестве сфер промышленности. Примером применения подобных систем может служить обеспечение бесперебойной очистки стеклянных панелей высотных зданий и панелей солнечных электростанций.

Сравнение многомодельных алгоритмов траекторной обработки координат целей в многофункциональном радиолокаторе

Осипов П.В.
Научный руководитель — д.т.н. Сычев М.И.
МАИ, ПАО «НПО "Алмаз"», Москва
posipov94@gmail.com

Рассматриваются многомодельные алгоритмы траекторной обработки координат целей для многофункционального радиолокатора (МФР), сочетающего в себе функции радиолокатора обнаружения и радиолокатора точного сопровождения целей и наводимых ракет.

Приводится два алгоритма многомодельной обработки координат целей на основе рекуррентных α-β фильтров. Синтез основывается на общем алгоритме фильтрации Марковского процесса, при котором в вектор состояния, описывающий текущие координаты и параметры движения цели, добавляется дискретный параметр, интерпретируемый как индекс текущей модели движения.

Первый алгоритм, называемый статическим смесителем, использует плотность вероятности сигнала ошибки с каждого фильтра (функция правдоподобия модели), для формирования коэффициентов усиления модели с помощью формулы апостериорной вероятности. Эти коэффициенты используются в дальнейшем для весового смешения векторов координат с выходов фильтров. Результирующий вектор оценки координат рассчитывается только для потребителя информации и не влияет на работу фильтров.

Второй рассматриваемый алгоритм называется динамическим смесителем. Принцип его работы схож со статическим, но, помимо смешения векторов оценок координат на выходе фильтров для потребителя, производится дополнительное смешение оценок экстраполированных координат для следующего такта работы фильтров.

Приводятся сравнительные характеристики работы алгоритмов, полученные с помощью математической модели сопровождения целей в МФР, для типовых маневров аэродинамической цели при разных отношениях сигнал-шум.

Оценка возможности разработки системы управления современным автоматизированным комплексом радиосвязи

Провоторов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Дидрих В.Е.
АО «ТЗ "Октябрь"», Тамбов
blat-altema@yandex.ru

В настоящее время эффективное функционирование различных авиационных систем невозможно без решения задач управления и передачи информации с использованием радиосредств [1]. Как правило, для решения широкого круга задач обеспечения полётов авиации, радиосредства объединяются в комплекс радиосвязи (КРС), управляемый системой, построенной на основе локальных вычислительных сетей (ЛВС) с применением соответствующей технологии [2]. Обычно используется технология Ethernet. Как правило, КРС является достаточно сложным техническим объектом. Сложность обусловлена тем, что для управления отдельными элементами КРС применяются разные протоколы. Поэтому для корректного взаимодействия элементов КРС и обеспечения совместимости команд управления необходима система управления комплексом радиосвязи (СУ КРС). Она должна обеспечивать решение следующих задач: преобразование команд управления в формат, соответствующий протоколу радиосредства; хранение информации о текущих настройках всех радиосредств комплекса; разделение команд управления и их передача на соответствующие устройства; настройка и установка соединения с абонентами; контроль

технического состояния радиосредств; обработка и выявление ошибок в работе СУ КРС и элементов КРС.

Анализ функциональных возможностей современных программных средств показал, что для разработки СУ КРС целесообразно использовать язык программирования python 3 [3]. Он позволяет реализовать простой в сопровождении программный код и тем самым значительно снизить вероятность ошибок. Графическая часть системы может быть построена с использованием библиотек Qt [4]. Выбор данной библиотеки обусловлен её кроссплатформенностью и совместимостью с языком python 3. В качестве системы управления базами данных (СУБД) целесообразно использовать PostgreSQL. Этот выбор связан с тем, что разработка СУ КРС предполагается для операционной системы Astra Linux, в которой предустановлена вышеуказанная СУБД. Она обеспечивает защиту данных и безопасную работу с ними. При разработке СУ КРС стоит учесть, что Astra Linux вследствие её особенностей с недавнего времени внедряется в государственные структуры. Работает и взаимодействует СУ КРС со следующими аппаратными средствами: сервер обработки данных; устройство разделения данных; радиосредства и другие приемопередающие средства. Пользователь, имеющий доступ к СУ КРС, посредством графического интерфейса создает, изменяет или удаляет соединения с абонентами. После установки необходимых настроек, программой формируется соответствующий набор команд. Они передаются на сервер обработки данных, который преобразует исходный формат команд в вид, требующийся для распознавания устройством разделения данных. Сформированное сообщение пересылается на него для дальнейшей обработки. Устройство разделения данных, в свою очередь, занимается отделением команд управления от остальной части сообщения. Затем команды управления передаются на радиосредство по заданному протоколу. В случае изменения каких-либо параметров радиосредства, оно передает на графический интерфейс инициативную команду. Последовательность действий в таком случае определяется как передача команд от радиосредства на устройство разделения данных, от которого пакет команд отправляется на сервер обработки данных. После этого команды попадают на графический интерфейс. Необходимо отметить, что графический интерфейс установлен на автоматизированном рабочем месте, удаленно взаимодействующее с сервером обработки данных через ЛВС Ethernet [5].

Анализ работы СУ КРС показывает, что система проявляет устойчивость в условиях отказов и сбоев конечных элементов комплекса. Это свидетельствует о надежности системы. Следует также отметить такой показатель, как ремонтопригодность разработанной СУ КРС, которая обеспечивается благодаря имеющейся подсистеме обработки ошибок [6]. Структура базы данных (БД) в СУ КРС обеспечивает их целостность. При этом организация транзакций в БД гарантирует безопасность выполнения запросов.

Список литературы:

1. Калашников Н. И., Крупицкий Э. И., Дороднов И. Л., Носов В. И. Системы радиосвязи: учеб. для вузов / под ред. Н. И. Калашникова. М.: Радио и связь, 1988. 352 с.

2. Радиотехнические системы передачи информации: учебник / под ред. И. Г. Карпова. Тамбов: ТВВАИУРЭ (ВИ), 2008. 447 с.

3. Доусон М. Программируем на python. СПб.: Питер, 2014. 416 с.

4. Прохоренок Н. А. Python3 и PyQt 5. Разработка приложений / Н. А. Прохоренок, В. А. Дронов. СПб.: БХВ-Петербург, 2016. 832 с.

5. Смирнова Е. В., Козик П. В. Технологии современных сетей Ethernet. Методы коммутации и управления потоками данных: учеб. пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 272 с.

6. Шкляр В. Н. Надёжность систем управления: учеб. пособие / В. Н. Шкляр; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. 126 с.

Лабораторная установка на базе NI PXIe-5646 для демодуляции FM-сигнал

Родин А.А.
Научный руководитель — Вицукаев А.В.
МАИ, Жуковский
artyom.rodin.2001@bk.ru

Реализация пассивного режима в радиолокационных системах на базе технологии программируемого радио имеет ряд преимуществ, таких как низкая стоимость и возможность использования сетевой архитектуры для повышения точности измерения координат, за счет наличия множества приемников.

С целью формирования компетенций в области пассивной радиолокации в Ресурсном центре МАИ-НИИП был собран стенд в составе: антенна, модули NI PXIe-5646, NI PXI-1085, NI PXIe-8135, монитор, мышь.

На текущий момент на стенде проведена работа по приему сигналов радиостанций на частоте 89-108 МГц (28 радиостанций (частота 87,5 МГц с амплитудой в -86,57 Дбм, частота 87,9 МГц с амплитудой -80,77 Дбм, частота 88,3 МГц с амплитудой -85,58 Дбм, частота 89.1 МГц с амплитудой -83.53 Дбм, частота 89,9 МГц с амплитудой -80,02 Дбм,частота 90,3 МГц с амплитудой -79,15 Дб, частота 93,2 МГц с амплитудой -86,96 Дбм, частота 93,6 МГц с амплитудой -87,59 Дбм, частота 93,9 МГц с амплитудой -86,11 Дб, частота 94,4 МГц с амплитудой -87,23 Дбм, частота 95,12 МГц с амплитудой -87,58 Дбм, частота 96 МГц с амплитудой -84,65 Дбм, частота 96,4 МГц с амплитудой -85.31 Дбм, частота 96,8 МГц с амплитудой -85,79 Дбм,частота 97,6 МГц с амплитудой -85,93 Дбм, частота 99,6 МГц с амплитудой -84,15 Дбм, частота 101,2 МГц с амплитудой -84,82 Дбм, частота 101,9 МГц с амплитудой -87,62 Дбм, частота 102,5 МГц с амплитудой -86,76 Дбм, частота 103 МГц с амплитудой -83,18 Дбм, частота 103,4 МГц с амплитудой -86,31 Дбм, частота 104,2 МГц с амплитудой -85,31 Дбм, частота 105 МГц с амплитудой -85,02 Дбм, частота 105,3 МГц с амплитудой -86,17 Дбм,частота 105,8 МГц с амплитудой -81,77 Дбм, частота 106,1 МГц с амплитудой -83,74 Дбм, частота 106,7 МГц с амплитудой -77,77 Дбм, частота 107,3 МГц с амплитудой -83,29 Дбм,). Доработано программное обеспечение по демодуляции FM сигналов на частоте 106,6 МГц (с параметрами: FFT Window: 7 term blackman harris; IQ Rate (S/s): 1M; Samples per Record: 1000000), проводится запись в файл для дальнейшего воспроизведения с помощью аудиосистемы для оценки правильности демодуляции.

Дальнейшая работа заключается в совершенствовании программного обеспечения для демодуляции FM-сигналов, сигналов цифрового телевидения и увеличения числа каналов до 4.

Отечественные полимерные материалы для обеспечения ЭМС СВЧ-устройств

Рысева А.С.
Научный руководитель — Ярчак И.А.
МАИ, Москва
anastasia_ryseva@mail.ru

Одной из главной задач, реализуемой в приемо-передающем модуле активной фазированной решетки является электромагнитная совместимость СВЧ устройств. В настоящее время из-за постоянного расширения области применения электронных устройств данному вопросу уделяется большое внимание. Правильный способ борьбы с ЭМС необходимо учитывать на начальных этапах проектирования изделия, так как модернизация готового изделия затруднительна и более трудоемка.

Экранирующие материалы весьма разнообразны и включают в себя металлы и сплавы, пластические массы с наполнителями, слоистые, тканные и композиционные материалы. Для решения ряда задач по электромагнитной совместимости используют специальные полимерные материалы ЭМС: прокладки; термоусадочные трубки; жгуты; ленты с

наполненными металлическими дисперсными частицами (порошки, гранулы, короткие волокна) или ткани. Кроме того, ещё используются жидкие токопроводящие и антистатические герметики, экранирующие электропроводящие клеи и краски. В особо ответственных случаях применяют многослойные экраны, состоящие из последовательно чередующихся слоев магнитных и немагнитных металлов, таких как биметаллы.

Производство отечественных полимерных материалов для экранирования СВЧ-устройств крайне ограничено. Широкую номенклатуру и большой выбор абсорбирующих СВЧ энергию материалов имеет серия ЗИПСИА от компании “РТ-Технологии”. Они имеют свойства поглощать мощность от СВЧ электромагнитных волн в диапазоне частот от 1 ГГц до 50 ГГц. Предприятие и весь цикл разработки изделия находится в г. Томск, поэтому компания имеет возможность учитывать потребности заказчика и изготавливать поглотители под конкретные требования. Серия радиопоглощающих материалов ЗИПСИП РПМ представляют собой тканевые полотна, которые состоят из металлических и неметаллических нитей, а также силиконовых эластомеров для обеспечения электромагнитной совместимости и электромагнитной защиты. Возможность обеспечения наилучшего контакта корпуса модуля и блока с печатной платой позволяют добиться прокладки, которые изготовлены из проводящих тканей.

Радиопоглощающие материалы компании ЗИПСИЛ являются прямым аналогами зарубежных СВЧ-поглотителей типа Laird Technologies ECCOSORB. Очевидным преимуществом использования материалов компании ЗИПСИЛ является возможность создания электромагнитных экранов произвольной формы и размеров, что особенно важно при разработке и отладке новых изделий.

В уже разработанных изделиях, как правило, применяются отечественные эластичные пластины марки «ХВ», предназначенные для поглощения электромагнитной энергии. Марки ХВ-2.0, 3.2, 10.6, на основе поливинилхлорида, используются при частотах от 15 до 2.8 ГГц и различаются толщиной от 1.25 до 3.2 мм. Пластины не изменяют значение коэффициента отражения при температуре эксплуатации в пределах от -50 до +70□С. Применяются без токопроводящего липкого слоя. Главным недостатком является то, что в процессе эксплуатации изделия пластина вызывает коррозию серебра, что приводит к образованию кристаллов оксидов или сульфидов серебра и последующего короткого замыкания.

Применяя эти технологии можно довольно быстро и качественно решить проблемы электромагнитной совместимости, возникающие при разработке и эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры. Сегодня эта тема важна и перспективна, так как абсолютно каждое изделие необходимо проверять на наличие ЭМС. Возможность найти аналог зарубежным и поддержать отечественного производителя приобретает все большее значение.

Список литературы:

1. Голубев А.И., Кондаков Л.А., Овандер В.Б. и др. «Уплотнения и уплотнительная техника»: справочник. – 2-е издание, перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1994. – 448 с.

2. Винников В.В. «Основы проектирования РЭС. Электромагнитная совместимость и конструирование экранов»: учебное пособие – СПб.: изд.СЗТУ, 2006. —164 с.

3. Волков В.А. «Сборка и герметизация микроэлектронных устройств». — М.: Радио и связь, 1982. – 144 с.

Применении сетевых технологий как решение проблемы передачи больших объёмов данных на большие расстояния при общении БПЛА-наземный пункт управления

Садовская Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Куприянов А.И.
МАИ, Москва
elenasadovskaya1993@gmail.com

В настоящее время, благодаря достижениям и эволюционированию радиоэлектроники, происходит активное развитие технологий управления беспилотных летательных аппаратов. Это влечет повышение требований к каналам информационного обмена между беспилотными

летательными аппаратами и пунктами управления, а значит появляются новые потребности и задачи.

Возникает актуальная задача передачи летных параметров беспилотного летательного аппарата на в комплекс управления. Однако при том появляется задача передачи данных большого объема, что при заданных требованиях по полосе пропускания и вероятности битовой ошибки приводит к понижению скорости передачи данных, а это приводит к увеличению времени обработки информации и актуальности полученных данных. Возникшую проблему можно решить, обеспечив требования по пропускной способности каналов информационного обмена. Для этого при передаче данных необходимо расширение полосы частот приемопередающего оборудования и применение спектрально-эффективных методов модуляции, однако повышаются требования по отношению сигнал/шум (ОСШ) на входе приемника, уменьшению дальности действия радиосистемы, увлечению вероятности битовой ошибки. Управление беспилотным летательным аппаратом на дальних расстояниях также является актуальной проблемой, максимальное расстояние для прямой радиосвязи между беспилотным летательным аппаратом гражданского назначения и пунктом управления в настоящее время не превышает 100 км. Для решения этой проблемы можно воспользоваться спутниковой связью, однако данное является дорогостоящим и не всего экономически оправданным.

Решение описанных проблем является применение современных сетевых беспроводных технологий и облачных вычислений.

Облачные вычисления позволяют обеспечить повсеместный и удобный сетевой доступ по требованию к общему пулу, конфигурируемых вычислительных ресурсов. В облачных технологиях инфраструктура организована так, что доступ к ресурсам осуществляется для пользователей облаков удалено. По виду доступа можно выделить следующие облака: общедоступные, частные, гибридные и облака для сообществ. Применение этих технологий обеспечивают оперативный доступ к конфигурируемым вычислительным ресурсам.

Применение этого метода предполагает хранение алгоритмов для расчёта и корректировки параметров беспилотных летательных аппаратов для обеспечения достижения им заданной цели в облаке. Задача сводится к обеспечению стабильного Интернет-соединения и возможности подключения к облаку для корректировки летных параметров по требованию.

Пути усовершенствования антенно-фидерного устройства телекомандной системы космического аппарата «Канопус–В»

Салихов М.Р.
Научный руководитель — Генералов А.Г.
АО НИИЭМ, Истра
mir-salihov@yandex.ru

В работе рассмотрено состояние и перспективы развития одной из бортовых радиолиний космических аппаратов (КА), а именно телекомандной системы (ТКС) в части антенно–фидерных устройств (АФУ) для КА «Канопус–В» [1]. ТКС предназначена для обеспечения непосредственного взаимодействия КА с наземными командно-измерительными системами (КИС) с целью радиоуправления и радиоконтроля орбиты от бортовых датчиков сети, запоминания собранной информации в бортовом запоминающем устройстве, обработки собранной информации и передачи обработанной информации по радиолинии на наземные пункты приёма [2].

Коллективом лаборатории АФУ АО «НИИЭМ», с учётом особенностей бортовых АФУ КА и конфигурации самого КА «Канопус–В» [3], была разработана антенная система для ТКС, которая включает в себя [4]:

- Приёмные вибраторные антенны;
- Передающие вибраторные антенны;
- Делители мощности;
- Кабельную сеть.

В ходе анализа полученных результатов лётных испытаний [5] и последующей эксплуатации АФУ ТКС на восьми КА были рассмотрены варианты усовершенствования АФУ ТКС, направленные на улучшение характеристик антенн, а, следовательно, и радиолинии, представленные в данной работе:

• Увеличение КПД фидерного тракта;

• Подбор оптимального диаметра экрана применяемых антенн;

• Применение четырёхзаходных спиральных антенн вместо используемых вибраторных антенн.

Но при этом необходимым условием является сохранение механической прочности и надёжности АФУ при минимальной стоимости доработки АФУ.

Результаты, полученные в ходе реализации предложенных вариантов усовершенствования АФУ ТКС, подробно представлены в работе.

Полученные результаты удовлетворяют заданным требованиям к техническому заданию по энергетическим параметрам АФУ ТКС КА «Канопус–В».

Список литературы:

1. Бочаров В.С., Генералов А.Г., Гаджиев Э.В. Результаты лётных испытаний антенно-фидерных устройств телекомандной системы КА "Канопус-В" №1 и Белорусского КА и пути усовершенствования их характеристик. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2014. № 4 (16). С. 5-12.

2. Владимиров А.В., Салихов Р.С., Сеник Н.А., Золотой С.А. Космическая система оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций на базе КК «Канопус–В» и Белорусского космического аппарата // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – 2008. – Т. 105. – С. 49–57.

3. Бочаров В.С., Генералов А.Г., Гаджиев Э.В. Проблемы построения антенной системы малых космических аппаратов. В сборнике: 26-я Международная Крымская конференция "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии" (КрыМиКо'2016) материалы конференции: в 13 т. 2016. С. 1058-1064.

4. Бочаров В.С., Генералов А.Г., Гаджиев Э.В. Перспективные разработки антенно–фидерных устройств АО "НИИЭМ". В книге: Иосифьяновские чтения 2017 Тезисы докладов конференции. 2017. С. 242-245.

5. Золотой С.А. Состояние и перспективы развития белорусско-российской орбитальной группировки дистанционного зондирования Земли. Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы создания космических систем дистанционного зондирования Земли». – М.: ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ». — 2013.— С. 8–9.

Обработка сигналов в РСА при поступательно-вращательном движении фазового центра антенны и наблюдении наземных движущихся целей

Сергеев А.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ясенцев Д.А.

МАИ, Москва

Sergeeff.toscha2010@yandex.ru

Основой всех алгоритмов селекции (обнаружения) наземных движущихся целей (СНДЦ) является различие структур пространственно-временных сигналов, отражённых от неподвижной подстилающей поверхности и малоразмерных подвижных объектов наблюдения. Конкретная реализация режимов СНДЦ во многом определяется структурой радиолокационной системы (РЛС), в частности, её антенной системой. Например, известны алгоритмы селекции движущихся целей при использовании моноимпульсных антенных систем РЛС, а также систем с разнесёнными вдоль линии пути фазовыми центрами реальной антенны (ФЦ РА). Эффективность данных алгоритмов существенно повышается при работе РЛС в режиме синтезирования искусственной апертуры антенны. Подобные системы воздушной разведки получила название РЛС с синтезированием апертуры (РСА).

Использование прямолинейных траекторий движения ФЦ РА для синтеза искусственной апертуры является наиболее простым и изученным решением задачи повышения углового разрешения РЛС. Однако для решения задач определения истинного углового положения НДЦ целесообразно использовать нелинейные траектории перемещения ФЦ РА в процессе синтезирования апертуры антенны, в частности, близкие к круговым.

Для вертолётных носителей бортовых РЛС имеется возможность установки ФЦ РА на законцовку лопасти несущего винта вертолёта с целью использования её вращательное движение для синтезирования искусственной апертуры. При совместном поступательном движении центра масс носителя бортовой РЛС и вращении ФЦ РА, установленной на лопасти несущего винта вертолёта, в отражённом от наземных объектов траекторном сигнале появляется линейная и гармоническая частотная модуляция. Перемещение точечной цели относительно неподвижного фона создаёт дополнительную частотную модуляцию, которая приводит к деформации отклика системы обработки траекторного сигнала РСА. Для компенсации данных искажений требуется оценить по выборке траекторного сигнала радиальную скорость движения наблюдаемой цели и скомпенсировать частотную модуляцию сигнала, порождаемую движением цели.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-37-00389).

Формирование сигналов на основе нелинейных систем с динамическим хаосом

Сивинцева О.А., Зуев М.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Логинов С.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
sivinceva96@mail.ru

В настоящее время существуют задачи, в которых широко востребованы формирователи сигналов на основе нелинейных систем с хаотической динамикой. Одним из применений нелинейных систем с динамическим хаосом является их использование при построении систем конфиденциальной связи.

Цель работы заключается в аналитическом обзоре формирователей сигналов на основе нелинейных систем с динамическим хаосом и проведении сопоставительного анализа радиоэлектронных динамических систем, построенных на использовании случайных и хаотических эффектов аналоговых и цифровых устройств.

В работе рассматриваются радиоэлектронные динамические системы, к которым относятся: генераторы случайных (ГСС), псевдослучайных сигналов (ГПСС), аналоговая реализация генераторов хаотических сигналов и цифровые генераторы на основе хаотических систем. Нелинейные радиоэлектронные системы с хаотической динамикой в зависимости от своей реализации могут быть отнесены как к ГСС, так и к ГПСС.

Наиболее удовлетворяют критериям равновероятности и некоррелированности, сигналы, формируемые ГПСС. Кроме того, для ГПСС характерна воспроизводимость статистических характеристик формируемых сигналов. Достоинством ГПСС является быстродействие, а основным недостатком — малый период повторения сигналов. Генераторы случайных чисел формируют сигналы несколько хуже тех, что формирует ГПСС, но ГСС имеют большой период повторения.

Формирователи хаотических сигналов (ФСХ) являются перспективными для различных приложений за счёт возможности управления с помощью малых воздействий.

При разработке аналоговых реализаций ФСХ возникают значительные проблемы с воспроизводимостью сигналов на передающем и приемном конце канала связи, что в свою очередь ограничивает их применение и вызывает необходимость использования цифровых радиоэлектронных динамических систем. Цифровые ФСХ могут управлять корреляционными, спектральными и вероятностными характеристиками; имеют трехмерность с временной привязой, а основным недостатком цифровых формирователей хаотических сигналов является низкое быстродействие.

Формирователи хаотических сигналов на основе нелинейных систем с хаотической динамикой имеют ряд преимуществ, связанных с разнообразием методов и режимов управления их поведением, а также возможностью самосинхронизации.

Многоэтапные преобразования и модовая декомпозиция в задачах анализа и классификации радиолокационных сигналов от малоподвижных целей

Солдатов А.Л.
Научный руководитель — д.т.н. Гаврилов К.Ю.
МАИ, Москва
salele4715@mail.ru

На сегодняшний день актуальной задачей в радиолокации является обнаружение и классификация малоподвижных целей. Принцип обнаружения таких целей построен на детектировании микродоплеровских сдвигов частоты, вызванных динамическими процессами, связанными с функционированием наблюдаемого объекта. К таким процессам можно отнести: дыхание неподвижного живого человека, вращение лопастей малых беспилотных летательных аппаратов, винтов кораблей и субмарин, колеса машин и т.д.

В данной работе исследовались алгоритмы обнаружения неподвижных людей за оптически непрозрачными преградами. Были разработаны два алгоритма обнаружения цели и произведена оценка их эффективности. Анализ эффективности работы алгоритмов производился на статистической модели дыхания человека, а также на результатах натурных экспериментов по обнаружению неподвижных людей за стеной, проведенных с помощью сверхширокополосного (СШП) радиолокатора.

Для детального анализа микродоплеровских сдвигов частоты применяются частотно-временные методы цифровой обработки сигналов. Самым распространенным методом в этой области является оконное преобразование Фурье (Short-Time Fourier Transform — STFT). Однако в силу технологических ограничений радиолокаторов на разрешающие способности по дальности и скорости, данный метод анализа обладает недостаточным разрешением для обнаружения микродоплеровских сигналов в наблюдаемой временной выборке. Также результат работы данного метода ухудшает тот факт, что микродоплеровские перемещения являются нестационарным во времени процессом.

Вейвлет преобразование эффективнее преобразования Фурье в анализе нестационарных процессов. Первый разработанный в данной работе алгоритм основан на вейвлет декомпозиции (Wavelet Decomposition — WD). Алгоритм вейвлет декомпозиции следующий: вычисление детализирующих коэффициентов сверткой материнской вейвлет функции с анализируемым сигналом, результатом свертки являются детализирующие и аппроксимирующие коэффициенты, затем материнская вейвлет функция сжимается во времени и алгоритм повторяется с аппроксимирующим сигналом. Результатом WD являются детализирующие сигналы (ДС), каждый из которых характеризует отдельную частотную область. Каждый ДС проходит через преобразование Гильберта (ПГ), после чего ДС приводят к аналитическому виду. Далее происходит вычисление значений мгновенных частот и амплитуд каждого ДС. Полученные результаты проходят пороговую обработку, где принимается решение о наличии или отсутствии цели.

Второй разработанный алгоритм аналогичен первому, но разложение сигнала в нем выполнено методом эмпирической модовой декомпозиции (Empirical Mode Decomposition — EMD). EMD — это метод итерационного разложения сигналов, который используется в преобразовании Гильберта-Хуанга (Hilbert-Huang Transform — HHT). HHT успешно применяют для анализа нестационарных процессов. EMD разложение происходит путем нахождения экстремумов сигнала и их последующей аппроксимации, затем вычисленную аппроксимированную функцию вычитают из анализируемого сигнала и алгоритм повторяется. Результатом EMD являются выделенные внутренние моды, которые проходят такие же последующие этапы обработки, как и в алгоритме с WD.

После обнаружения цели, на основе извлеченных мод выполняется подавление эхо-сигналов, и классификация целей по заранее известным эталонным микродоплеровским признакам, присущим каждому типу объектов. Это актуально для радаров обнаружения людей в помещениях, т.к. из-за переотражений радиосигнала от стен, возникает большое количество эхо-сигналов.

В результате сравнения эффективности алгоритмов обнаружения неподвижных людей (STFT, WD, EMD) на статистической модели дыхания человека, наибольшую эффективность показал алгоритм на основе EMD. Алгоритм на основе EMD при отношении с/ш 0,4 дБ правильно распознал 100% экспериментов и не произвел ложных обнаружений. Алгоритм WD выполнил 100% правильных и 10% ложных обнаружений при тех же условиях. Алгоритм EMD показал более правильное частотно-временное представление анализируемого сигнала. Особенностью разработанных алгоритмов является необходимость накопления радиолокационных сигналов в течение интервала времени не менее 10 сек.

На результатах натурных экспериментов по обнаружению неподвижных людей за стеной (1 м), проведенных с помощью сверхширокополосного (СШП) радиолокатора, разработанные алгоритмы (WD, EMD) доказали свою работоспособность правильно распознав все данные экспериментов. Однако в случае наличия перемещающихся людей на более ближнем расстоянии до локатора, чем неподвижный человек, возникают сильные помехи, вызванные эхо-сигналами переотраженными от стен помещения в котором находится исследуемый объект. Для успешного обнаружения неподвижного человека, необходимо исключить временные интервалы присутствия человека в анализируемом сигнале, и применить методы автоматизированного подбора порогового уровня для извлеченных внутренних мод.

Динамическая калибровка векторных анализаторов цепей

Соловьева А.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Добычина Е.М.
МАИ, Москва
thedevisan@gmail.com

Для исследований, контроля и испытаний СВЧ-параметров используются анализаторы цепей. Векторные анализаторы цепей (ВАЦ) предназначены для более детальных измерений как однопортовых, так и многопортовых устройств, которые используются в радиолокации, радиоэлектронике, связи и т.п.

Для проведения точных измерений необходимо устранять погрешности измерений. Существуют различные группы погрешности: систематические, случайные и погрешности дрейфа. В измерениях существенную роль играет систематическая погрешность, вызываемая неидеальностью аппаратной реализации измерительного тракта анализатора. Для устранения таких погрешностей используется калибровка. Калибровка – процесс, в результате выполнения которого математически извлекаются факторы систематической погрешности [1].

В ВАЦ это производится посредством применения различных механических наборов мер – SOLT (Short Open Load Thru). В зависимости от качества калибровки и выбранной методики будет изменяться учитываемая погрешность измерений.

Существуют следующие виды калибровки двухпортовых ВАЦ: нормировка для измерения коэффициента отражения; нормировка для измерения коэффициента передачи; однопортовая векторная калибровка; двухпортовая калибровка в одном направлении; полная двухпортовая калибровка. Точность SOLT-калибровок существенно зависит от точности априорной информации о действительных значениях S-параметров калибровочных стандартов, от их стабильности во времени в процессе эксплуатации, от качества изготовления нагрузок и соединителей.

При измерении характеристик антенных СВЧ-устройств с помощью автоматизированных комплексов возникают погрешности, вызванные движением измерительной установки и, как следствие, случайным изменением модуля и фазы коэффициента отражения на входе

измеряемого устройства. Эти ошибки не могут быть устранены методами традиционной калибровки ВАЦ.

В работе предложен метод динамической калибровки, основанный на статистической обработке результатов многократных измерений комплексного коэффициента отражения непосредственно в процессе движения установки. Внесение обработанных специальной программой поправок существенно увеличивает точность измерения характеристик антенн, что и было подтверждено в результате экспериментальных исследований.

Список литературы:

1. Губа В.Г., Ладур А.А., Савин А.А. Классификация и анализ методов калибровки векторных анализаторов цепей // Доклады ТУСУРа. 2011. № 2(24), ч. 1. С. 149- 155.

Разработка стандарта предприятия по защите конфиденциальной информации в локальной вычислительной сети

Сухарев П.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Куприянов А.И.
МАИ, Москва
suharevp@mail.ru

В связи с высоким ростом развития информационных технологий происходит усиление конкуренции компаний за лидерство, в результате чего повышается риск утечки значимой для организации информации. Исходя из этого, решение задач информационной безопасности (ИБ) является важнейшим условием конкурентоспособности предприятий.

Под ИБ понимается защита информации и обрабатывающей её инфраструктуры от случайного или намеренного естественного или антропогенного вмешательства, которое может нанести серьезный ущерб владельцам и пользователям информации и инфраструктуры. В то же время защита информации — это совокупность мероприятий по обеспечению ИБ.

Правильный подход к проблемам ИБ должен начинаться с определения субъектов информации и их интересов, связанных с использованием информационной структуры.

Системы защиты информации должны обеспечивать не только разграничение доступа пользователей к информационным ресурсам, но также выявлять аномалии в использовании ресурсов и чрезвычайные ситуации и прогнозировать их последствия, адаптируя инфраструктуру в условиях краткосрочного сбоя или долгосрочной блокировки ресурсов.

Нельзя забывать и о том, что используемые меры по обеспечению безопасности должны быть экономически целесообразны и адекватны существующим угрозам и защищаемой информации.

Наряду с развитием информационных технологий и появлением новых способов нарушения ИБ были также разработаны и усовершенствованы средства защиты информации. Стоит обратить внимание на то, что старые типы атак не исчезнут, а новые только ухудшат ситуацию. Системы могут в большей или меньшей степени подвергаться различным видам угроз в зависимости от архитектурных решений, которые используют организации при проектировании ЛВС, а также от области работы самой организации, что непосредственным образом влияет на глубину внедрения различных информационных технологий. В настоящее время существует длинный список угроз ИБ, которые содержат сотни позиций. База угроз, модель нарушителя ИБ системы, а также вероятность её успешной реализации являются основой для разработки требований к СЗИ и дальнейшей оценки её эффективности.

Современные подходы к защите информации отличаются от первоначальных. Основное отличие нынешних концепций состоит в том, что сегодня речь идет не об одном универсальном средстве защиты, а о комплексной системе защиты информации (КСЗИ), которая включает в себя:

- Правовые основы защиты информации;
- Средства, методы и способы защиты;
- Органы и исполнители.

Иными словами, защита информации на практике — это регулярно используемые инструменты и методы, меры и мероприятия, принятые для обеспечения безопасности информации, которая генерируется, хранится и обрабатывается в локальной сети, а также передается по каналам. Защита должна быть систематической, то есть для достижения наилучших результатов все различные типы средств защиты информации должны быть интегрированы и функционировать как часть единой системы, которая представляет собой согласованный механизм взаимодействия элементов, предназначенных для выполнения задач ИБ.

Кроме того, КСЗИ направлена на обеспечение функционирования надежных механизмов безопасности, с одной стороны, и управления механизмами ИБ, с другой. Следовательно, должна быть обеспечена четкая и хорошо функционирующая система управления защитой информации.

Приведенные факты делают проблему разработки эффективных систем защиты информации актуальной на сегодняшний день.

Применение систем позиционирования реального времени (RTLS) в гражданской авиации

Фатхулова Д.А.
Научный руководитель — доцент, Рубцов Е.А.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург
diana.fatkhulova@gmail.com

RTLS — Real-time Location System — Система локального позиционирования в реальном времени, которая обеспечивает идентификацию, определение координат и отображение на плане местонахождения объектов, за которыми ведётся наблюдение, в пределах территории, оборудованной наземной инфраструктурой системы RTLS.

Для определения местоположения ВС, необходима установка наземного оборудования системы RTLS на той площади, на которой должно обеспечиваться наблюдение. Так же каждое воздушное судно (ВС) должно быть оборудовано специальными метками. При входе ВС в зону действия RTLS метка отправляет сигналы до анкеров – наземных радиомаяков – свои данные, а затем получает ответную информацию. Таким образов вычисляется местоположение (расстояние или азимут) относительно конкретных радиомаяков, координаты которых нам известны.

Наземные сервера инфраструктуры системы RTLS вычисляют координаты меток и хранят информацию, которая была передана с борта ВС. В случае, когда ВС отклонилось от заданного пути следования или находится в зоне с ограничениями или запретной зоне, системой выдается оповещение.

Для обеспечения работы системы RTLS используются различные технологии позиционирования и мониторинга:

• Глобальные навигационные спутниковые системы (GPS, ГЛОНАСС)
• Инфракрасные и ультразвуковые технологии
• Радиочастотные метки
• Радиочастотные технологии передачи данных (Wi-Fi, Bluetooth)

В системе RTLS применяются три различных метода позиционирования относительно анкеров:

• Трилатерация — вычисление координат путем измерения расстояния от объекта до трех анкеров;
• Мультилатерация – вычисление координат путем измерения расстояния от объекта до трех или более анкеров;
• Триангуляция — вычисления координат путём измерения углов направления от объекта до трех анкеров.

Структура системы

Главным звеном в системе являются метки, установленные на ВС, при помощи которых происходит взаимодействие с наземной структурой системы. Главной особенностью системы

RTLS является то, что сами метки не задействованы в процессах обработки данных. Единственной задачей метки является измерение расстояния до анкера и передача полученных данных на сервер системы. За счет того, что метка не перегружена дополнительными функциями, у неё максимально простое наполнение, а значит и небольшая цена, что выгодно пользователю.

В системе позиционирования РТЛС используется сочетание стандартных технологий. Для позиционирования применяется технология CSS в соответствии со стандартом ISO24730-5 (линейно-частотная модуляция). В качестве инфраструктуры используется сеть ZigBee 2007 Specification. Основные элементы инфраструктуры – радиомаяки или анкеры, закрепленные в точках с известными координатами, относительно которых осуществляется позиционирование. Наземное оборудование работает в автономном режиме (без точной синхронизации по времени всех радиомаяков), что так же снижает стоимость системы.

Метка периодически посылает «блинки» (короткие широковещательные пакеты). Данные пакеты принимаются анкерами, находящимися наиболее близко к метке, и по этим сигналам синхронизируется передача данных от радиомаяка до метки. Местоположение рассчитывается по результатам измерения метками расстояний до трех и более анкеров. Но, кроме того, для повышения точности и достоверности позиционирования координаты метки уточняются с использованием собственного математического аппарата РТЛС.

Рассмотрим ситуацию, когда метка изначально установлена на борту воздушного судна. ВС перемещается по территории, необорудованной инфраструктурой системы RTLS, при этом метка будет находиться в начальном состоянии и регулярно посылать пакеты данных.

При вхождении ВС в зону, где установлено наземное оборудование системы РТЛС, оборудование получает один или несколько пакетов данных, после чего отправляет на ВС один или несколько управляющих пакетов, в которых заключена информация о последующем перемещении ВС.

Так как ВС перемещается в пространстве, соответственно меняются и радиомаяки, с которыми происходит взаимодействие. Поэтому инфраструктура системы каждый раз отправляет данные на анкеры, установленные по маршруту следования ВС. В момент обнаружения системой выхода ВС из зоны действия радиомаяков, оборудование подает сигнал на ВС о переходе метки в изначальное состояние. Если подобное сообщение получено не было, то метка автоматически переводится в начальное состояние.

Что касается преимуществ системы при применении в гражданской авиации:

• Осуществление наблюдения за местоположением ВС, находящихся в закрытых помещениях (например, ангары)

• Небольшая стоимость для оборудования системой

• Возможность использовать систему как на открытой местности, так и в закрытых участках

• Установка меток возможна на ВС, на транспортные объекты, а также на сотрудников аэропорта за счет небольших габаритов.

О выборе параметров блокового перемежителя для OFDM-системы радиосвязи в многолучевом канале с релеевскими замираниями

Хитева Д.В.
Научный руководитель — к.т.н. Колобков А.В.
АО «НПП "Полёт"», Нижний Новгород
geheimberater@yandex.ru

Вследствие многолучевого распространения в линиях связи, когда сигнал поступает на приемник по двум или более путям различной длины, возникают искажения сигнала, вызывающие ошибки, которые группируются в пакеты. Чтобы преобразовать групповые ошибки в одиночные, которые декодер может легко исправить, используется перемежение символов.

В работе рассматривается блоковый перемежитель «BI», в котором передаваемые биты записываются в таблицу перемежения по столбцам, а канальные биты считываются из нее по строкам. Анализ работы «BI» был проведен посредством компьютерного моделирования OFDM-системы радиосвязи в рамках модели Ваттерсона для двулучевого канала [1] с релеевскими замираниями. Для исправления ошибок было применено кодирование сверточным кодом [2] с восьмеричными образующими коэффициентами (G1, G2) = (133, 171) и длиной кодового ограничения K = 7. Декодирование осуществлялось по алгоритму Витерби. Расчеты были проведены для систем с числом поднесущих 140, 70 и 35, интервалами между лучами 1-16 отсчетов при манипуляции 2PSK, 4PSK для замираний с уширениями Доплера от 0.25 Гц до 10 Гц.

С увеличением длины перемежителя помехоустойчивость приема повышается, но вместе с тем увеличивается и задержка передачи сообщения. В работе было установлено значение оптимальной длины перемежителя, равное величине, в десять раз превышающей время когерентности канала. Оптимальность данного значения обусловлена тем, что дальнейшее увеличение длины не приводит к значительному улучшению помехоустойчивости, но увеличивает задержку приема сообщения. Было выявлено, что при определенном числе строк, названным критическим, система с «BI» показывает резкое ухудшение помехоустойчивости. Причем критическое число строк совпадает с числом информационных бит, передаваемых в одном OFDM-символе. Также для «BI» было определено существование оптимального числа строк, при котором помехоустойчивость системы максимальна, т.к. при прочих равных условиях обеспечивается минимальное значение вероятности битовой ошибки. При изменении манипуляции и скорости замираний данные характерные значения изменяются пропорционально.

Было установлено, что для блокового перемежителя с оптимальной длиной оптимальное число столбцов остается константой при изменении всех параметров системы и параметров канала. Данный результат был подтвержден для системы связи с использованием сверточного кода с (G1, G2) = (5, 7), K = 3. На основе полученного материала сделан вывод о том, что оптимальное число столбцов для блокового перемежителя должно быть немногим больше значения в пять конструктивных длин кода 5(K – 1), что согласуется с результатом, полученным в [3].

Установлено, что помехоустойчивость блокового перемежителя существенно изменяется с изменением интервала многолучевости. Но если выбрать значения параметров «BI» равными установленным в работе оптимальным значениям длины и числа столбцов перемежителя, то при разных интервалах многолучевости разница в помехоустойчивости системы незначительна. Следовательно, определенные в работе оптимальные значения длины и числа столбцов «BI» позволяют не адаптировать блоковый перемежитель к интервалу многолучевости.

Таким образом, в работе выведены конкретные рекомендации по выбору оптимальных параметров блокового перемежителя в OFDM-системе связи со сверточным кодированием, учитывающие как изменяющиеся параметры канала и системы связи, так и характеристики кода. Установлено, что применение блокового перемежителя, использующего согласованные с каналом оптимальные значения параметров, позволяет превысить уровень помехоустойчивости системы, получаемый при использовании псевдослучайного перемежителя.

Список литературы:

1. Watterson C. C., Juroshek J. R., Bensema W. D. // IEEE Trans. on Commun. Techn. 1970. V. 18, №. 6. P. 792.

2. Кларк Дж., Кейн Дж. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи. – Москва: Издательство «Радио и связь», 1987 г., 391 с.

3. Nguyen V.C., Kuchenbecker H.-P. // IEEE 54th Vehicular Technology Conference. 2001. V.1. P.470.

Спектральный анализ сигналов систем с динамическим хаосом

Шоркин С.П., Зуев М.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Логинов С.С.
КНИТУ КАИ, Казань
sert8yui1b6145p7up@mail.ru

В данной работе мы реализовали и провели спектральный анализ сигналов систем с динамическим хаосом. Для этого рассмотрим динамический хаос — явление, которое вошло в научную картину мира в последней четверти двадцатого века. Оно показывает сложные непериодические колебания, которые возникают нелинейными динамическими системами. Такие колебания появляются, когда нет внешних шумов, а также целиком определяются свойствами детерминированной динамической системы [1].

Также ознакомились со странными аттракторами – это неделимое множество, которое тянется друг к другу. Странные аттракторы динамических систем и точечных отображений в большинстве случаев имеют структуру канторова множества. Так простые аттракторы различаются от геометрической точки зрения, которые представляют гладкие многообразия. Странные аттракторы имеют и иную особенность – дробная размерность, которая показывает близость множества к гладкому подмногообразию. Странные аттракторы бывают гиперболические аттракторы, квазигиперболические аттракторы [1].

Далее рассмотрим понятие спектр – это нужным способом скомбинированные набор синусоидальных волн, которые обеспечивают сигнал во временной области, такие как параметрические и непараметрические методы спектрального анализа сигналов. Спектральный анализ – это способ обработки сигналов, который предоставляет нам возможность обнаружить частотный состав сигнала. Обнаружение увеличенных амплитуд вибрации на частотах, которые соприкасаются с частотами вероятных повреждений элементов, резонансных частотах деталей, на начальных этапах появления и развития способствует выявить и определить неполадки на частотах прохождения рабочего процесса [2]. Применение параметрического метода предполагает присутствие некой математической модели рассматриваемого случайного процесса, а когда применяется непараметрический метод расчёта спектра случайного процесса, то пользуются информацией, которая находится в отчётах сигнала, без иных добавочных мнений [3].

Затем мы рассмотрели систему Лоренца, систему Анищенко-Астахова, систему Дмитрия Кислова, систему Рёсслера и систему Колпитца.

Список литературы:

1. Шашихин В. Н. Хаос и нелинейная динамика. Регулярная и хаотическая динамика: учеб. пособие / В.Н. Шашихин. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010
2. В. М. Кравченко, В. А. Сидоров. Техническое диагностирование механического оборудования. Учебник, Донецк, 2006
3. Цифровая обработка сигналовА.Б. Сергиенко.: — Питер, 2003

Теоретическое и экспериментальное исследование отражающих способностей специальных объектов

Юртаев В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Куприянов А.И.
МАИ, Москва
vlad080294@mail.ru

В настоящее время актуальной задачей в сфере защиты информации является скрытие оптико-электронного (лазерного) канала утечки акустической информации от объектов информатизации (выделенных помещений). Одним из способов реализации вышеуказанного канала утечки информации является использование такого средства разведки как лазерный микрофон. Он позволяет регистрировать колебания, возникающие в ходе разговора с оконных

поверхностей и предметов интерьера, имеющих достаточно большой коэффициент отражения. Утечка информации происходит в результате фиксации отраженного модулированного лазерного излучения от предметов интерьера или оконной поверхности. Для достоверного распознавания акустического колебания в модулированном лазерном излучении необходимо установить лазерный микрофон на дальность не более 700 метров, а угол падения лазерного излучения на оконную поверхность должен составлять не менее 45°. Данный канал утечки можно ликвидировать, используя специальную пленку, наклеенную на оконную поверхность.

В работе на основании теоретического и экспериментального исследования определяется минимальный коэффициент отражения от пленок на оконной поверхности. Используется стенд, состоящий из приемника и передатчика лазерного излучения с одной стороны и оконного стекла с наклеенной на него пленкой или совокупностью нескольких пленок, с другой стороны. Для чистоты эксперимента используем идеальное расположение приемника и передатчика лазерного излучения, при котором они находятся в одной точке и вследствие чего угол падения лазерного излучения к оконной поверхности составляет 90°.

Результатом выполнения работы является выбор пленки с минимальным коэффициентом отражения в оптико-электронном (лазерном) диапазоне длин волн, которая гарантированно ликвидирует данный канал утечки информации.

Секция №4.3 Наукоёмкие технологии производства аэрокосмического приборостроения и радиоэлектроники

Теоретическое обоснование оптического метода автоматизированного контроля качества изготовления деталей типа тел вращения после механической обработки, основанного на дифракции Фраунгофера

Александров А.С., Петелин Н.А., Смолин Е.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гребенюк Е.И.
МАИ, Москва
alex25036@ya.ru

Оптические методы размерного контроля микро объектов, а также объектов с линейными размерами порядка единиц миллиметров используют в качестве информативных характеристические параметры дифракционного распределения Френеля и, значительно чаще, распределения Фраунгофера. При этом основная задача исследователей – найти взаимосвязь между контролируемым параметром объекта и характеристическим элементом дифракционной структуры, как правило, линейными или угловыми размерами максимумов и минимумов.

Цель настоящей работы – теоретически обосновать информативный параметр дифракционной структуры, позволяющий оценить линейный размер механически обработанной детали типа тела вращения. При этом дифракция имеет место в зазоре между образующей детали и неподвижной опорной плоскостью.

В докладе приведены результаты теоретического анализа формирования дифракционной картины в зоне Фраунгофера как интерференции дифракционного поля на бипланарной щели и отраженного потока от контролируемой поверхности. Расчет дифракционного поля выполнен в пакете MatLab для зазоров в диапазоне от 300 до 100 мкм при различных положениях неподвижной опоры относительно оси симметрии детали при освещении зазора плоской волной длины 0,65 мкм. При этом расчет произведен по двум моделям формирования дифракционного поля: с учетом и исключением высокочастотной области спектра. Получены зависимости изменения ширины зазора между контролируемой поверхностью детали и опорной плоскостью от углового положения дифракционных минимумов. Установлено, что наиболее чувствительными к изменению размера детали, то есть информативными параметрами измерительного преобразователя, являются размеры дифракционных минимумов первых порядков.

Исследование свойств углеродных покрытий, полученных при помощи НЧ-плазматрона атмосферного давления

Ананьев Г.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
МАИ, Москва
angemp136@gmail.com

Использование плазменных технологий является эффективным и альтернативным подходом для модификации различных поверхностей, таких как полимерные материалы, а также является важной составляющей в производстве тонкопленочных электронных компонентов [1]. По сравнению с классическими методами модификация с помощью плазмы не требует длительных затрат по времени и является достаточно дешевой технологией [2].

Изменяя толщину пленок, можно обособленно от химического состава управлять свойствами материалов: получать диэлектрические или полупроводниковые характеристики

у металлов, получать более высокие значения микротвердости и прочности. [3]. Целью данной работы являлось установление получаемой толщины нанесенного покрытия в зависимости от технологических параметров.

В данной работе для создания и нанесения тонкопленочных слоев использовался НЧ-плазматрон атмосферного давления, работающий в режиме матричного нанесения. В качестве материала подложки использовался кремний общей площадью покрытия в 900 мм^2. В роли плазмообразующего газа выступал аргон, пленкообразующим газом являлся углерод. Изменяемыми параметрами являлись расстояние от плазмотрона до подложки (15 – 21 мм), шаг обработки (3 – 5 мм) а также скорость обработки (1 – 3 мм/с). Все опыты проводились за один проход, при суммарном расходе газа (7.1 л/мин) и частоте газового разряда (108 кГц).

В результате выполнения работы была установлена зависимость толщины углеродных покрытий от изменения технологических параметров. Была показана зависимость толщины углеродных покрытий от расстояния от плазматрона до подложки, времени нанесения, а также шага обработки.

Список литературы:

1. Krzysztof Mleczko, Piotr Ptak, Zbigniew Zawislak, Marcin Sloma, Malgorzata Jakubowska, Andrzej Kolek. Noise Properties of Graphene-Polymer Thick-Film Resistors // Metrlo. Meas. Syst., Vol. 24 (2017), No.4, pp. 589-594

2. Васильева Татьяна Михайловна. Получение биоактивных соединений и материалов на основе процессов, стимулированных пучково-плазменным воздействием на вещество: диссертация... доктора Технических наук: 01.04.08 / Васильева Татьяна Михайловна; [Место защиты: Объединенный институт высоких температур Российской академии наук], 2016. 348 с.

3. Осипов Александр Владимирович. Научное и технологическое обеспечение нанесения упрочняющих наноразмерных тонкопленочных покрытий для изделий электронной техники: Дис.... канд. техн. наук: 05.27.06: Москва, 2004 189 с. РГБ ОД, 61:05-5/968

Исследование технологического процесса изготовления электрических жгутов приборов летательных аппаратов

Багизов Е.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
ebagizov@mail.ru

При мелкосерийном производстве летательных аппаратов различного назначения значительную трудоемкость занимают работы, связанные с изготовлением электрических жгутов и кабелей, образующих системы их энергоснабжения, а также систему передачи сигналов.

Типовой технологический процесс условно можно разбить на несколько основных операций:

- Резка проводов и изоляционных трубок;
- Укладка проводов на шаблоне и вязка их в жгут;
- Заделка концов проводов жгута с одновременной их маркировкой;
- Контроль качества жгутов.

В докладе рассматриваются особенности технологии изготовления электрожгутов летательных аппаратов, а также определенные операции технологического процесса, которые непосредственно влияют на качество сборки и получения положительного результата при проведении выходного контроля.

Ключевой операцией типового технологического процесса изготовления электрожгута является проверка его электрических параметров и характеристик при выходном контроле.

К современному типу стендов для проверки электросети относится автоматизированная система контроля монтажа ТЕСТ-9110- VXI, предназначенная для измерений и проверки таких параметров, как: сопротивление изоляции; емкость; электрическая прочность изоляции;

изоляция цепи; целостность цепей; короткое замыкание между цепями; сопротивление изоляции; электрическая прочность всех цепей.

В условиях мелкосерийного производства значительно уменьшается вероятность появления дефектов на электрожгутах в условиях эксплуатации. Помимо этого, значительно сокращается время проведения выходного контроля, что положительно влияет на количество выпускаемой продукции, а также снижается вероятность человеческого фактора, при возникновении дефекта.

Контрольные карты Шухарта как аппарат контроля статистической управляемости и воспроизводимости технологических процессов производства аэрокосмических приборов и их чувствительных элементов

Белоус В.В., Точилин С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гребенюк Е.И.
МАИ, Москва
pro100bu@inbox.ru

К приборам аэрокосмического назначения и их чувствительным элементам предъявляются высокие требования по надежности. Обеспечение и повышение надежности связано с проведением комплекса организационно-технических мероприятий на всех этапах жизненного цикла изделий. Особую роль в повышении надежности изделий аэрокосмического назначения играет этап производства, характеризующийся, как известно, использованием множества прецизионных операций технологических процессов, контрольных операций, качество выполнения которых в определенной мере зависит от мастерства и тщательности выполнения исполнителем. В связи с этим проблема обеспечения статистической управляемости и воспроизводимости технологических процессов достаточно актуальна для предприятий приборостроительной отрасли.

Цель настоящей работы – разработка механизмов обеспечения статистической управляемости и оценки воспроизводимости технологических процессов производства прецизионных аэрокосмических приборов и их чувствительных элементов. Решение этой проблемы авторы связывают с применением, анализом и мониторингом контрольных карт Шухарта (ККШ) [1] и использованием индексов воспроизводимости и стабильности технологических процессов [2].

В докладе приведен анализ статистической управляемости состояния технологического процесса производства измерительных комплексов давления (ИКД), выполненный по результатам испытаний приборов, выпускаемых в течение года с использованием ККШ количественных данных индивидуальных значений. Разработан алгоритм оценки индекса воспроизводимости технологического процесса изделия, распределение выходных параметров которого отличается от нормального. Предложена методика мониторинга статистической управляемости и оценки индекса воспроизводимости технологического процесса производства ИКД с использованием кривых Пирсона.

В докладе приведены результаты оценки статистической управляемости технологического процесса производства отдельных мембран малогабаритных датчиков давления МДД-ТЕ, выполненные с использованием p — карт альтернативных данных ККШ [1] на основании результатов послеоперационного контроля мембран за календарный год по толщине, по внешнему виду и на светонепроницаемость. Рассмотрены результаты анализа статистической управляемости технологического процесса изготовления чувствительных элементов прибора МДД-ТЕ с использованием ККШ количественных данных индивидуальных значений и скользящих размахов по результатам контроля хода при заданном давлении нескольких партий чувствительных элементов, выпускаемых в течение года. Даны рекомендации по повышению воспроизводимости анализируемых технологических процессов.

Список литературы:
1. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта. Стандартинформ. – Москва, 2019.
2. ГОСТ Р 50779.46-2012/ISO/TR 22514-4:2007 Статистические методы. Управление процессами. Часть 4. Оценка показателей воспроизводимости и пригодности процесса. Стандартинформ. – Москва, 2014.

Анализ современного состояния в области модификации электродных материалов для улучшения рабочих характеристик суперконденсаторов

Дителева А.О., Дителева Е.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
anna.diteleva@mail.ru

В настоящее время активно ведутся разработки новых емких накопителей энергии (более 1000 Вт.ч/кг) с улучшенными удельными характеристиками, большим сроком службы, повышенной надежностью, которые также должны быть дешевыми, легкими и доступными. Наиболее перспективными с точки зрения максимальной удельной мощности, количества рабочих циклов заряда-разряда и срока службы являются суперконденсаторы.

Перспективными электродами суперконденсаторов являются углеродные электроды (активированные угли, углеродные волокна, графен, аэрогель, углеродные нанотрубки). Такие электроды имеют высокую площадь поверхности (1000 – 3000 $м^2/г$), что позволяет получать более высокие значения удельной емкости (более 10 – 1000 Ф/г). Углеродные электроды хорошо поляризуются, имеют небольшой вес, химически инертны, устойчивы в широком диапазоне температур, а также могут выступать как катодом, так и анодом из-за аморфного характера углерода.

Однако суперконденсаторы с углеродными электродами имеют большие омические потери на этапе разряда. Это связано с высоким внутренним сопротивлением углеродных электродов. В связи с этим, одной из важных задач в области накопителей энергии является модификация электродных материалов для улучшения рабочих характеристик. В последнее время предлагаются различные технологии изготовления суперконденсаторов, направленные на уменьшение внутреннего сопротивления углеродных электродов.

В работе [1] описано изготовление композитного электрода (углерод и алюминий) с помощью осаждения угольного порошка на алюминиевую подложку. Другим решением является погружение углеродного волокна в водный раствор, так в порах углеродного материала образуется слой металлического оксида переходных металлов [2].

Другое аналогичное решение указано в [3], где в материал электрода из углеродного волокна вплетают металлические волокна. Металлические волокна также можно переплетать с угольной заготовкой и спекать для получения электропроводящей матрицы, которую можно использовать как композитный электрод [4-6].

В работе для снижения внутреннего сопротивления решено формировать слой, который будет выполнять функцию токосъемника. Для этого используют плазменное распыление расплавленных металлов, в частности, алюминия, на одну сторону поляризуемого электрода [7].

В литературе описаны разработки суперконденсаторов на основе токоведущих частей из золота и электродов из графена и нанолистов MnO2, такая структура демонстрирует ёмкость порядка 92% от изначальной [8-9].

Таким образом, перспективным направлением повышения электропроводности и прочности электродов является создание углерод-металлических материалов из смеси углеродных и металлических волокон, позволяющих снизить электрическое сопротивление электродного материала и тем самым повысить емкостные характеристики суперконденсаторов.

Список литературы:
1. Пат. 5150283 US 07/676,175. Electric double layer capacitor and method for producing the same / Akihiko Yoshida, Kiyoaki Imoto. — US 5150283 A.
2. Пат. US 4562511 A. Electric double layer capacitor / Atsushi Nishino, Akihiko Yoshida, Ichiroh Tanahashi. — US 06/584,608.
3. Пат. US 4597029 A. Signal connection system for semiconductor chip / Andrzej Kucharek, John Marshall, James C. K. Lee, Carlton G. Amdahl, Leo Yuan. — US 06/591,342.
4. Пат. US5102745 A. Mixed fiber composite structures / Bruce J. Tatarchuk, Millard F. Rose, Aravamuthan Krishnagopalan. — US 07/435,167.
5. Пат. US US5304330 A. Preparation of mixed fiber composite structures / Bruce J. Tatarchuk, Millard F. Rose, Gopal A. Krishnagopalan, John N. Zabasajja, David A. — US 07/748,032.
6. Пат. US5080963 A. Mixed fiber composite structures high surface area-high conductivity mixtures / Bruce J. Tatarchuk, Millard F. Rose, Aravamuthan Krishnagopalan, John N. Zabasajja, David A. Kohler. — US 07/356,861.
7. Пат. US4562511 A. Electric double layer capacitor / Atsushi Nishino, Akihiko Yoshida, Ichiroh Tanahashi. — US 06/584,608.
8. Кицюк, Е.П. Исследование и разработка процессов формирования наноструктурированных электродов электрохимических устройств накопления энергии. Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва: НИУ МИЭТ, 2017.
9. Lele Peng, Xu Peng, Borui Liu, Changzheng Wu, Yi Xie, and Guihua Yu. Ultrathin Two-Dimensional mno2/Graphene Hybrid Nanostructures for High-Performance, Flexible Planar Supercapacitors. Nano Lett. 2013 г., Т. 13, 5.

Исследование влияния внешних электромагнитных полей на работоспособность приборов летательных аппаратов

Заводсков А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев А.М.
МАИ, Москва
tornun.az@mail.ru

В настоящее время к бортовому радиоэлектронному оборудованию (БРЭО) предъявляются жесткие требования по стойкости к воздействию излучаемых электромагнитных помех (ЭМП) различного происхождения. Нарастает потребность в эффективных и недорогих методах оценки эффективности экранирования БРЭО ЛА.

Для уменьшения временных и финансовых затрат на доработку и изменение конструкции корпуса на стадии производства и испытаний требуется методы, позволяющие оценить эффективность экранирования корпуса сложной конструкции на этапе его проектирования.

Цель настоящей работы — разработка методов оценки эффективности экранирования корпуса сложной конструкции на этапе его проектирования.

Задача аналитической оценки стойкости можно разделить на три основных этапа:

• Определение ожидаемой электромагнитной обстановки в месте размещения блоков БРЭО;

• Определение восприимчивости потенциальных рецепторов помех внутри блоков БРЭО;

• Определение степени защиты рецепторов помех корпусом и внутренними экранирующими конструкциями.

Для оценки эффективности ослабления поля внутренними и внешними экранами могут быть применены методы расчета и численного моделирования.

При использовании расчетного метода коэффициента экранирования реальные конструкции экранов заменяются идеальными, для которых коэффициент экранирования определяется следующими случаями:

• Экранирование полупространства от плоской электромагнитной волны бесконечным плоским однородным экраном;

• Экранирование однородным сферическим экраном точечного источника, расположенного в его центре;

• Экранирование однородным бесконечно протяженным цилиндрическим экраном линейного источника, лежащего на его оси.

При отличии параметров экрана от идеальных, в первую очередь проявляется зависимость коэффициента экранирования от координат точки измерения. Существенное влияние на коэффициент экранирования оказывают следующие параметры, которые обычно не учитываются при аналитическом расчете:

• Характеристики источника поля;

• Форма экрана и его составных частей;

• Неоднородности и разрывы экрана, их взаимное расположение;

• Наличие и расположение элементов конструкции, которые могут выступать в качестве линий и направляющих систем для электромагнитного излучения (например, неэкранированные электрические разъемы).

Электродинамическое моделирование решает задачу вычисления значений электрического и магнитного поля в дискретных областях моделируемого объема и структур, а также токов и напряжений на проводящих поверхностях и позволяет получить достоверную оценку распределения напряженности поля в моделируемом объеме независимо от формы и состава объекта моделирования.

Среди математических методов решения трехмерных задач электродинамики особое место занимают прямые методы решения граничных задач, такие как метод конечных элементов Finite element method (FEM), метод конечного интегрирования Finite Integration Tehnique (FIT) и метод конечных разностей во временной области Finite Difference Time Domain (FDTD), отличительной чертой которых является универсальность, то есть возможность анализировать практически любую структуру с контролируемой точностью. Главным недостатком данной группы методов является большие затраты вычислительных ресурсов и времени вычислений. Эти параметры зависит от отношения размеров анализируемых структур к минимальной длине волны, используемой при расчетах. В процессе анализа пространство и структуры модели разбиваются на простейшие элементы, размер которых должен быть достаточно мал для того, чтобы поле в его пределах можно было описать простой аппроксимирующей функцией или набором функций с неизвестными коэффициентами. Коэффициенты аппроксимирующих функций определяются, из уравнений Максвелла и граничных условий, в результате чего электродинамическая задача сводится к системе линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) относительно этих коэффициентов.

В рамках настоящей работы разработан метод оценки эффективности ослабления электромагнитных помех многоуровневыми экранами сложной формы с применением различных материалов и с учетом места размещения рецептора основанный на алгоритме численного электродинамического моделирования путем конечного интегрирования в частотной области.

Разработка производственного участка изготовления электродных материалов

Игнатов Д.С., Скиба К.Г., Ножников В.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
ignatov.bjj@ya.ru

Существующая промышленная потребность в сырье для устройств накопления заряда может быть удовлетворена путем внедрения новых подходов и решений, в частности, путем разработки новых электродных материалов, наиболее перспективными из которых являются углеродные материалы.

Привлекательность углеродных материалов в качестве электродов обусловлена уникальным сочетанием химических и физических свойств углерода, а именно: невероятно

высокой проводимостью; предельно развитой удельной поверхностью; отличной коррозионной стойкостью; хорошей термической устойчивостью; контролируемой пористой структурой; эксплуатационными характеристиками и возможностью использования в составе композиционных материалов; многообразием наноструктур и структурных свойств; относительно низкой стоимостью по сравнению с другими, что является немаловажным в настоящее время. Первые две характеристики — достаточные критерии, чтобы сделать углеродные материалы пригодными для изготовления электродов для электролитической ячейки.

Физико-химические характеристики углерода позволяют создавать на его основе материалы с различными значениями электропроводности и удельной поверхности. Модифицируя углеродные материалы, формируя на их поверхности, проводящие металлизированные покрытия можно повысить их физические свойства, что делает ещё более перспективным их применение в производстве химических источников тока (ХИТ) и суперконденсаторных систем (СКС). Такие электродные материалы являются универсальными и подходят для создания, как ХИТ, так и СКС.

На данный момент в мире нет участков производства универсальных электродных материалов, основанных на углеродных материалах. Проектировка и создание такого участка позволит снизить дефицит сырья в производстве ЛИА и получать источники электроэнергии со значительно лучшими характеристиками в сравнении с имеющимися на данный момент.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Осуществить подбор материалов и обосновать их выбор для использования на разрабатываемом участке.
2. Осуществить подбор оборудования для металлизации углеродных материалов и обосновать его выбор для использования на проектируемом участке.
3. Осуществить подбор измерительного оборудования для контроля характеристик универсальных электродных материалов и обосновать его выбор для использования на проектируемом участке.
4. Провести на спроектированном участке технологический процесс производства и измерения характеристик универсальных электродных материалов для ХИТ и СКС.
5. Провести экономический расчет спроектированного технологического участка и себестоимости производства.

После решения вышеуказанных задач, мы достигнем цели снижения дефицита электродных материалов, основанных на углероде, что даст толчок к развитию всей промышленности в целом и задаст вектор роста индустрии устройств накопления заряда.

Повышение эффективности калибровки тепловизионных приборов, использующихся в Арктике и на Крайнем Севере, на основе формирования динамических калибровочных сцен с помощью протяжённого ИК излучателя

Клочков К.А., Бесшапошникова А.П.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
klochkov19994816letomail@mail.ru

Тепловизоры находят самое широкое применение в различных сферах человеческой деятельности. Учитывая реализуемые и перспективные проекты России в Арктике и на Крайнем Севере, связанные с добычей углеводородов и полезных ископаемых, а также с защитой северных территорий страны, в том числе наземных, подземных и подводных объектов, одним из направлений является использование тепловизоров в поисковых, аварийно-спасательных и сторожевых работах.

Известно, что окружающая среда, содержит молекулы двуокиси углерода и воды, которые активно взаимодействуют с ИК излучением, поглощая часть излучения «серого» тела и

излучая в ИК области в соответствии с собственной температурой. Учитывая условия применения тепловизоров при отрицательной температуре в окружении переохлаждённого, воздуха, насыщенного инеем и кристаллами льда (метель, вьюга), а также того факта, что «тепловая сцена» фактически представляет собой неоднородный массив льда и снега, требования к калибровке этих приборов многократно увеличиваются.

Т.о. необходимо совершенствовать методы калибровки таких приборов. Одним из эффективных способов является проведение калибровки в условиях, имитирующих эксплуатационные, например, на основе моделирования параметров окружающей среды и характерных образов объектов с помощью автоматизированных калибровочных комплексов [1, 2]. В таких условиях формирование протяжённым инфракрасным излучателем однородной тепловой сцены с «глубокой» отрицательной температурой, является обязательным условием успешной калибровки.

Эффективность калибровки, а точнее, посткалибровочного контроля можно существенно повысить, если формировать на калибровочной площади статичные и условно динамичные зоны с разным тепловым градиентом, а образующуюся на поверхности излучателя ледяную «шубу» использовать в качестве моделей объектов реальной эксплуатационной сцены (сигнатур). Сравнение полученных калибруемым тепловизором тепловых сигнатур с эталонными образцами можно использовать не только в качестве оценки качества калибровочных работ, но и для формирования «поведенческих сценариев». Эти сценарии, будучи загруженными в память управляющего микроконтроллера, активируют в тепловизоре настройки, наиболее точно соответствующие наблюдаемой тепловой сцене, позволяя оператору сосредоточиться на поиске или наблюдении.

При формировании калибровочной поверхности с помощью термоэлектрических модулей (ТЭМ), равномерно размещённых на большой площади, изменение локальных температур и управление их градиентом можно добиться путём локального изменения управляющего тока с сохранением его направления. Учитывая быстрый отклик горячей и холодной сторон ТЭМ на изменение протекающего тока, целесообразно организовать управление по времени матричным способом, в котором ТЭМ являются диагональными элементами матрицы, а к строкам и столбцам подключены элементы Н-моста для реверсивного управления (для калибровки в диапазоне положительных и отрицательных температур без смены калибровочного излучателя). Н-мосты могут быть реализованы на основе твердотельных оптоэлектронных ключей, полевых транзисторах или IGBT драйверах [3].

Однако ТЭМ представляют собой системы встречно-параллельно включённых pn-переходов, пропускающих ток в обоих направлениях. Т.е. при динамическом управлении строками и столбцами в матрицы возникнут разнонаправленные токи, которые не только затруднят формирование необходимой тепловой сцены с требуемой точностью поддержания температур, но и приведут к быстрой деградации и выходу из строя ТЭМ вследствие быстрого реверсирования и бесконтрольных температурных линейных расширений.

Очевидно, что для реализации такого управления матрицу необходимо формировать не из ТЭМ, а из Н-мостов (драйверов), что позволит осуществить корректное индивидуально-групповое управление элементарным излучателем, правда за счёт увеличения сложности схемы управления.

Список литературы:

1. Автоматизация процессов калибровки и испытаний тепловизионной бортовой аэрокосмической аппаратуры / Бесшапошникова А.П., Клочков К.А., Печаткин А.В. // Сборник материалов II ВННК "Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований", Комсомольск-на-Амуре: КнАГУ, 2019. С. 241-244

2. Особенности организации и выполнения автоматизированной многоточечной калибровки бортового тепловизионного оборудования для малых беспилотных летательных аппаратов / Бесшапошникова А.П., Клочков К.А., Печаткин А.В. // Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов «Актуальные проблемы развития авиационной техники и методов её эксплуатации − 2019». Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА. 2019

3. Программно-аппаратное управление секционным инфракрасным калибровочным протяжённым излучателем / А.Е. Гузанова, Н.А. Смирнова, А.В. Печаткин // Сборник трудов 70 региональной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов ВУЗов с международным участием, Ярославль, Издательский дом ЯГТУ, 2017. С. 176–179

Исследование удельной энергоёмкости универсальных электродных материалов для гибридных сверхвысокоёмких конденсаторных систем

Ковалев И.А., Мельников А.Б., Коробейников Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
kowaliow.vanya2011@yandex.ru

Сегодня традиционным решением проблемы накопления и хранения электроэнергии является использование литий-ионных аккумуляторов (ЛИА), обеспечивающих максимальную энергетическую мощность 250 Вт*ч/кг [1].

Синтез электродных материалов суперконденсаторов (СК) с использованием технологии тонкопленочной металлизации на углеродной матрице или на основе сегнетоэлектриков с высокой диэлектрической проницаемостью позволил получить суперконденсаторы с энергоемкостью от 10-15 Вт*ч/кг до 40-50 Вт*ч/кг, что позволяет эффективно использовать их в составе гибридных накопителей энергии, в том числе ЛИА и СК.

Электродные материалы являются ключевым элементом конденсаторных структур сверхвысокой ёмкости (СКС), определяющим их энергетические и эксплуатационные характеристики. Основным недостатком многих конденсаторов является то, что их производительность часто ограничена высоким внутренним сопротивлением углеродных электродов. Уменьшение указанного внутреннего сопротивления в двухслойных конденсаторах достигается главным образом за счет уменьшения сопротивления в электроде. Этого можно достичь, модифицируя электродный материал. Модификация электродного материала заключается в металлизации пористого углеродного волокна с высокой удельной поверхностью с целью уменьшения поверхностного сопротивления.

Металлизация позволяет не только снизить внутреннее сопротивление (ESR) ячейки СКС, но и способствует увеличению удельной поверхности углеродного материала, а, следовательно, и увеличению удельной энергоемкости материала на 63%, что составило удельную энергоемкость материала СКС 22,5 Вт*ч/м^2.

В дополнение к суперконденсаторным структурам (СКС) были разработаны и изготовлены гибридные СКС на основе LiCoO2 и MnO2. Плотность энергии химических источников тока, изготовленных по стандартной толстопленочной технологии на основе LiCoO2 и MnO2, достигает 160 мА*ч/г и 150 мА*ч / г соответственно [2].

В качестве матрицы для LiCoO2 и MnO2 была выбрана высокопористая углеродная ткань "Бусофит" с удельной поверхностью 1000 м^2/г. Химически активный материал заполнял поры углеродной матрицы и покрывал тонким слоем нити Бусофита [3, 4].

Установлено, что удельная плотность энергии электродного материала связана с площадью поверхности электродного материала. Согласно результатам измерений, увеличение площади поверхности электродного материала в 3 раза позволяет увеличить плотность энергии материала на 21%, а также снизить внутреннее сопротивление (ESR) гибридной ячейки СКС в 2,5 раза.

Увеличение удельного веса MnO2 в 2 раза позволяет увеличить удельную плотность энергии материала в 7 раз, а также увеличить рабочее напряжение в 1,8 раза. Удельная плотность энергии материала гибридных СКС достигает 66,2 Вт*ч/м^2 при использовании MnO2.

Анализ результатов удельной плотности энергии материалов сверхвысокоёмких конденсаторных систем (СКС), СКС с металлизацией, гибридных СКС на основе кобальтата лития и гибридных СКС на основе диоксида марганца, которые построены и испытаны в одинаковых условиях, конструкции и материалах, показывает, что удельная плотность

энергии гибридных СКС на основе литий-кобальта и гибридных СКС на основе оксида марганца в 4,5 и 4,8 раза больше, чем у СКС.

Список литературы:

1. J. B. Goodenough, K. Youngsik, Chem. Mater., 22 (2010) 587

2. J.B. Asante, Nanostructured Ni(OH)2 and MnO2 cathode designs for aqueous asymmetric double layer capacitors, Universität Ulm, 2019 DOI 10.18725/OPARU-13881

3. V. V. Sleptsov, V. A. Govorov, E. V. Korobeynikov, I. A. Kovalev and A. B. Melnikov Journal of Physics: Conf. Series 1281 012076

4. V. V. Sleptsov, P. A. Shchur, D. Yu. Kukushkin, I. A. Kovalev, E. V. Korobeinikov and A. B. Melnikov. Universal electrode materials for CCS and SC based on carbon textile «Busofit». IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1281 (2019) 012077 doi:10.1088/1742-6596/1281/1/012077

Физико-химические исследования углеродного волокнистого материала «УВИС-АК-Т»

Козлов А.П.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
iglenarvan@gmail.com

Объектами исследования являлись два материала: сорбционно-активный углеродный волокнистый материал «УВИС-АК-Т» производства компании ООО «Научно-производственный центр «УВИКОМ» и УВИС-АК-Т, модифицированный путём магнетронного распыления мишени из титана (Ti) в атмосфере аргона с целью формирования на поверхности волокон плёнки Ti и, таким образом, увеличения электропроводности исходного материала. Исходный материал был покрыт плёнкой Ti с обеих сторон.

Материалы были исследованы с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС), термогравиметрического анализа (ТГА) и низкотемпературной адсорбции азота.

По результатам снимков СЭМ-анализа волокна материала показали гибкость, устойчивость к излому при изгибах 90° и более, а также высокую однородность — волокна равны между собой, их диаметр составляет 5 мкм.

С помощью ЭДС был произведён качественный и количественный анализ материалов. Несмотря на присутствие в образцах материалов значительного количества атомов кислорода (O), характерных для адсорбированных молекул H2O и O2 из воздуха, материалы показали высокое содержание атомов углерода (C) на уровне 86%. Однако на спектрограмме образца материала, покрытого плёнками Ti присутствуют пики атомов Ti на уровне 0,73%. Такой низкий процент присутствия Ti в материале может быть обусловлен поверхностным, а не объёмным характером покрытия металлом материала при магнетронном распылении, и, как следствие, практически отсутствием плёнок металла в толщине материала. В результате, доля атомов металла в материале по сравнению с атомами C может быть очень низка.

Термограмма ТГА-анализа образца материала УВИС-АК-Т характеризуется двумя этапами потери массы: первый этап лежит в диапазоне от 40℃ до 384℃ и выражается в потере около 2% массы; его можно отнести к процессам выпаривания влаги из образца, принимая во внимание высокую сорбционную активность материла связанную с высоким показателем удельной поверхности; второй этап, лежащий в диапазоне от 480℃ до 760℃ и связанный с самой интенсивной потерей массы — 95%, представляет больший интерес, так как данный этап всецело ограничивает термостабильность материала и, скорее всего иллюстрирует фазовый переход — процесс термического разложения углерода с переходом массы образца в газовую фазу. Как было сказано, этап начался при 384℃, достигнув максимальной скорости потери массы 6,5 %/мин при 681℃. Наконец, масса системы стабилизировалась при 750℃; по достижении 1000℃ (т. е. по окончании эксперимента) остаточная масса составила 2,8% от первоначальной — 5,74 мг, практически не изменяясь с момента температуры стабилизации.

Данная величина может быть связана с наличием примесей в образце материала. Термограмма образца материала, покрытого плёнками Ti сходна с термограммой УВИС-АК-Т, за исключением двух особенностей. Первая из них заключается в более сильном влиянии начальных этапов на ТГ-кривую. На кривой отчётливо виден первый этап, заканчивающийся при 117,3℃, и второй этап, располагающийся от 160℃ до 335℃, в котором происходит заметная потеря почти 10% массы образца. В целом, оба этапа характеризуются потерей массы величиною суммарно 11%, что на 9% больше чем аналогичный первый этап нагрева материала УВИС-АК-Т. Так как подобных примеров поведения углеродных материалов, покрытых металлами при нагревании в литературе найти не удалось, то данное обстоятельство требует дальнейшего экспериментального изучения. Вторая особенность состоит в величине остаточной массы на уровне почти 10%, что может быть обусловлено остаточным оксидом титана.

Дополнительно была проведена характеризация материала с плёнками Ti на предмет удельной площади поверхности и распределения пор по размерам с помощью метода низкотемпературной адсорбции азота (N2). Исследовался образец массой 51,2 мг. Перед анализом проводилась предварительная дегазация образца материала длительностью 3 часа при постоянной температуре 250℃. Время анализа составило 855 минут. По результатам адсорбции и десорбции на координатной сетке были построены соответствующие изотермы. Полученная изотерма адсорбции-десорбции более всего оказалась близка к изотерме I типа по классификации ИЮПАК. Данный тип изотерм отражает мономолекулярную адсорбцию и характерен для микропористых тел (<2 нм) с малой долей внешней поверхности. Кроме того, на графике наблюдается гистерезис, который указывает на коллективные эффекты, связанные с десорбцией из пор с узким горлышком по механизму кавитации. По результатам БЭТ-анализа величина удельной площади составила 1084,6 м2/г; из них 972,4 $м^2/г$ приходится на удельную площадь, занимаемую микропорами. Общий объём пор составил 0,56 $см^3/г$; из них 0,39 $см^3/г$ приходится на удельный объём микропор. По результатам метода расчёта BJH удельная площадь поверхности мезопор составила 63,01 $м^2/г$; удельный объём — 0,14 $см^3/г$.

Разработка и исследование комплекса для балансировки роторных систем приборов

Комаров А.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Молодницкий В.И.
МАИ, Москва
komleha@gmail.com

Малогабаритные электродвигатели применяются во многих областях промышленности. К одному из основных параметров гиромотора (ГМ), по которому судят о его качестве, можно отнести допускаемое смещение центра масс от исходного положения. Вызывается это комплексом причин: ускорениями, действующими на ГМ, его собственной вибрацией, неоднородностью температурного поля, неравномерным износом опор и другими. Зачастую эти механизмы должны функционировать на высоких скоростях, сильные вибрации, вызванные смещённым центра масс ротора могут стать серьезной проблемой.

Балансировочный станок — измерительной устройство, определяющее место и величину статического или динамического дисбаланса вращающихся деталей и узлов приборов.

Неуравновешенность элементов конструкции приводит к вибрации, которая может усилиться благодаря резонансным явлением и, в конечном итоге, привести к сбою в работе. Система состоит из виброподвеса в котором помещается балансируемое изделие, привода для его вращения и устройства с индикацией. В процессе тестирования при вращении ротора сенсорами улавливаются вибрация либо давление (в зависимости от типа машины). Данные, полученные таким образом, позволяют определить место и степень дисбаланса детали.

В связи с этим больше внимания уделяется созданию новых принципов конструкции данного оборудования на базе последних достижений науки и техники.

Измерительные приборы балансировочных машин относятся к классу механических величин. Точность аппаратуры должна быть достаточно высока, от нее зависит надежность работы, поэтому требуется тщательная настройка.

Из этого вытекает важность разработки электронной системы тестирования информационно-измерительного устройства балансировочного станка, которое обеспечивает точность и воспроизводит результат измерения параметров неуравновешенности роторов.

Для реализации поставленной цели разработан комплекс балансировки нового типа блочно-модульного оснащения. Данная разработка позволяет увеличить функциональность и возможности по сравнению с комплексами стандартного типа.

В работе представлены: анализ конструкции узла прибора. Описывается разработанный алгоритм анализа сигнала с датчиков для выявления дефектов шарикоподшипников, поэтапно рассмотрена работа выбранной электронно-измерительной системы.

Универсальный программно-аппаратный измерительный комплекс для сопровождения учебного процесса технического университета и реализации концепции «Цифровой университет: техногенная библиотека студента»

Комаров С.Н., Кочатков И.А.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
sergej-komarov-1999@list.ru

Вот уже несколько последних лет в России выполняется государственные программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и «Цифровой ВУЗ – Университет будущего», предусматривающей, в том числе, подготовку специалистов в этой области.

В рамках этих программ студенческим конструкторско-технологическим бюро выпускающей кафедры радиоэлектронных и телекоммуникационных систем РГАТУ имени П.А. Соловьёва разработана и реализовывается концепция техногенной библиотеки. В основе этой концепции заложен принцип образовательной доступности, в соответствии с которым студент может получать в библиотеке не только учебную, методическую и справочную литературу по изучаемой дисциплине, но и простые технологические установки для самостоятельного, более углублённого изучения или ликвидации академической задолженности, возникшей, например, в связи с переводом с другого направления или образовательного учреждения и т.п.

Первый шаг к практической реализации указанной задачи был сделан в 2019 году и заключался в разработке универсального многофункционального малогабаритного паяльного комплекса, ориентированного на ряд технологических дисциплин, изучаемых студентами направления 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, а также на прохождение учебной и производственной практик иностранными студентами, получения рабочих профессий монтажника и настройщика радиоэлектронного оборудования [1-3].

Второй аналогичной по назначению разработкой является мультифункциональный модульный измерительный комплекс, позволяющий решать следующие задачи:

• Оснащение профильных учебных лабораторий измерительным оборудованием с минимальными материальными затратами даже в условиях ограниченных помещений;

• Аппаратная поддержка изучения общеобразовательных и профессиональных дисциплин;

• Формирование технико-технологического библиотечного кластера, в котором студент, с целью самостоятельной реализации компетентностного подхода в рамках «знать-уметь-владеть», может получить во временное пользование компактный технический комплект измерительного или технологического оборудования, аналогично получению учебно-методических и справочных материалов;

• Повышение качества теоретического обучения и уровня прикладных и практических знаний, умений и навыков благодаря возможности организации в домашних условиях реальной, а не виртуальной компьютерной измерительной лаборатории и возможности

проведения экспериментов на основе использования типовых и создания собственных специализированных библиотечных модулей.

Проектируемое оборудование представляет собой функционально-завершённое модульное мультифункциональное измерительное устройство, предназначенное для измерения электрических величин, наблюдения сигналов и их спектров, измерения параметров пассивных и активных электронных компонентов, а также разработки и исследования принципов и особенностей функционирования электротехнических и электронных средств различного назначения.

Благодаря малым массогабаритным показателям, низкому энергопотреблению, моноконструкции и возможности автономной работы или функционирования в составе аппаратно-программного комплекса с использования персонального компьютера, измерительный комплекс может эффективно использоваться как в стационарных, оборудованных, специализированных помещениях, так и при организации выездных мероприятий, в том числе выдаваться студенту в качестве "инструментальных (технико-технологических) библиотечных пособий" совместно с учебно-методической и справочной литературой для безопасного использования в домашних бытовых условиях.

Область применения: ВУЗы, колледжи, училища, школьные кабинеты технологии, физики, детско-юношеские технические кружки, кванториумы, радиолюбительство и т.п.

Использование модульной организации позволяет организовать крупноузловую сборку на площадях технологических лабораторий выпускающей кафедры силами студентов-радистов и студентов-электронщиков в рамках учебной практики.

Список литературы:

1. Лабораторная малогабаритная универсальная двухзоновая паяльная станция-печь с независимыми каналами управления / Кенжахметов Ж.Е., Рахметов И.А., Печаткин А.В. // Сборник тезисов докладов XLV ММНК "Гагаринские чтения-2019". М.: МАИ, 2019. С. 278-279

2. Универсальная модульная паяльная станция-печь / Кенжахметов Ж.Е., Рахметов И.А., Печаткин А.В. // Сборник трудов Международной молодёжной научной конференции «XV Королёвские чтения», посвящённой 100-летию со дня рождения Д.И. Козлова. Самара: СНИУ им. С.П. Королёва. 2019. С. 396-397

3. Лабораторный технологический паяльный комплекс / Кенжахметов Ж.Е., Рахметов И.А. // Сборник тезисов докладов 26-ой Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика — 2019». М: МИЭТ, 2019. С. 128

Разработка и исследование бортовой вычислительной машины (БЦВМ) с принудительным жидкостным охлаждением

Корнеев И.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
ivkorneev0@gmail.com

В настоящее время одной из наиболее прогрессивных концепций построения комплексов авиационного бортового оборудования является концепцией интегрированной модульной авионики (ИМА), которая базируется на открытой архитектуре и единой вычислительной платформы. К числу ведущих предприятий – разработчиков бортовых цифровых вычислительных систем, строящихся по данной концепции, относится АО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро» (РПКБ).

Основным постулатом концепции ИМА с точки зрения разработки бортовой аппаратуры является отказ от понятие бортовой вычислительной машины (БЦВМ) как отдельной структуры составления вычислительного комплекса и замены её набором унифицированных стандартных модулей.

Проведённые испытания макетного образца БЦВМ, построенного в соответствии с концепции ИМА, показали, что одной из задач является отвод выделяющего тепла при функционирования электронных блоков.

В настоящее время отвод тепла от ЭРИ осуществляется путём воздушного или жидкостного охлаждения. Для осуществления жидкостного охлаждения бортовой вычислительной машины, построенного на арх. ИМА разработанная на концепции технологии, сущность которой заключается в следующем.

Для осуществления рассеивания тепла использовалась технология запрессовки в теплоотводящие конструкции каналов направленного теплоотвода в виде медных вставок и участков конденсирования контурных тепловых труб (КТТ). Тип теплоносителей и диаметр КТТ определяется величиной отводимой тепловой мощности, объем меди — требования к весу и стоимости теплоотводящей несущей конструкции. В зависимости от заданных эксплуатационных характеристик устройства для несущих конструкций применяются различные, в том числе твёрдые, алюминиевые сплавы в сочетании с защитными химико-гальваническими и лакокрасочными покрытиями.

В работе рассматриваются структура, состав, принцип работы, особенности построения функциональных блоков, приводится решение типовых задач с помощью данной БЦВМ.

Исследование электродного материала для литий-ионных аккумуляторов методом синхронного термического анализа

Коробейников Е.В., Щур П.А., Мельников А.Б.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
s3321@mail.ru

Исследователям и разработчикам новых электродных материалов для литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) приходится прикладывать немало усилий, чтобы получать материалы с минимальным количеством ppm воды и других вредных соединений. У «загрязненных» водой аккумуляторов больше саморазряд, потому что при старении при высоком напряжении (4,2 В) в них непрерывно протекают побочные процессы, обусловленные присутствием воды. Помимо этого, коррозия с участием HF и выщелачивание Co из оксида лития—никеля—кобальта—марганца приводят к быстрому падению емкости с >90% (100 циклов) до <80% (300 циклов) [1].

Для подробного исследования возникновения негативных химических и физико-химических процессов, вызываемых посторонними примесями, влияющих на заряд-разряд ЛИА можно применять метод синхронного термического анализа (СТА). Применение метода СТА обширно, он широко используется для измерения температур и энтальпий переходов, определения температур стеклования, исследования изменения массы, реакций разложения, анализа состава вещества и его термической стабильности, исследования процессов плавления и кристаллизации, коррозии и окисления, кинетики реакций, построения фазовых диаграмм, определения состава и чистоты вещества.

Применение данного метода позволит исследовать мало изученные типы углеродных структур, например, таких как углеволокнистый сорбент «Бусофит», применяемый в разрабатываемых гибридных источниках питания [2], а также дисперсии $LiCoO_2$ с разными размерами диспергированных частиц [3].

Список литературы:

1. Жен Л.-К., Ли Ш.-Ж., Лин Х.-Ж., Миао Я.-Ю., Жу Л., Жан Ж.-Ю. «Влияние содержания воды на электрические свойства литий-ионных аккумуляторов», ЭЛЕКТРОХИМИЯ, 2014, том 50, № 9, с. 1004-1008

2. V. V. Sleptsov, P. A. Shchur, D. Yu. Kukushkin, I. A. Kovalev, E. V. Korobeinikov and A. B. Melnikov. Universal electrode materials for CCS and SC based on carbon textile «Busofit». IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1281 (2019) 012077 doi:10.1088/1742-6596/1281/1/012077

3. V. V. Sleptsov, V. A. Govorov, E. V. Korobeynikov, I. A. Kovalev and A. B. Melnikov. Technology of preparation of the LiCoO2 reactive mass for chemical current sources. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1281 (2019) 012076 doi:10.1088/1742-6596/1281/1/012076

Анализ конструктивно-технологических решений акселерометров с чувствительными элементами, выполненными по технологии глубокого микропрофилирования кремния

Коткова У.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гребенюк Е.И.
МАИ, Москва
july-kotkova@yandex.ru

Обеспечение точность современной инерциальной навигационной системы неразрывно связано с решением проблемы создания прецизионных акселерометров. Переход к бесплатформенным инерциальным навигационным системам (БИНС) требует значительного повышения точности акселерометров. Более широкое применение находят акселерометры компенсационного преобразования, поскольку обладают улучшенными характеристиками по сравнению с акселерометрами прямого преобразования. Компенсационная сила в таких акселерометрах формируется в основном с помощью электромагнитного датчика силы.

Распространен тип акселерометра, в котором чувствительный элемент и датчик перемещения выполнены по "технологии глубокого микропрофилирования кремния» — кремниевой технологии, а силовой элемент магнитоэлектрического типа в традиционном «катушечном» исполнении. Такую схему акселерометра условно называют гибридной. Некоторое увеличение массы и габаритов из-за объемной конструкции электромагнитного датчика силы гибридных акселерометров компенсируется такими достоинствами, как увеличение диапазона измерений и виброустойчивостью при сохранении высокой чувствительности.

Цель настоящей работы- на основании сравнительного анализа конструктивно-технологических характеристик акселерометров с чувствительными элементами, выполненными по технологии глубокого микропрофилирования кремния, оценить направления развития приборов этого типа.

В докладе рассмотрены конструктивные решения и отдельные особенности технологии акселерометров типа АТ1101, АТ1102, АТ1103, АТ1104, АТ1112 АТ1104-50 АТ1108-100, АТ1100, АТ1105 производства ОАО АНПП «ТЕМП-АВИА», а также (А-12, А-15, А-16 и А-17 АЦ-1) разработки ОАО РПКБ.

Отмечено, что перспективными направлениями совершенствования акселерометров гибридного типа является:

• Дальнейшая микроминиатюризация чувствительных элементов;

• Использование как магнитоэлектрической, так и электростатической обратной связи, которая позволяет повысить точность прибора и в то же время упростить конструкцию чувствительного элемента;

• Применение цифровой обработки сигнала, что способствует повышению точности выходного сигнала за счет компенсации температурных погрешностей микроконтроллером.

Самоочищающиеся прозрачные антимикробные покрытия

Кочетов В.А., Щур П.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
МАИ, Москва
dlav1997@mail.ru

В настоящее время важной задачей является поиск путей модификации поверхности полимерных материалов, которые могут обеспечить защиту поверхности от микробной и

грибной адгезии. Адгезия микроорганизмов является ключевым этапом, определяющим перспективу дальнейших процессов биодеструкции и биокоррозии полимерных материалов. Поверхность полимерных материалов должна быть антимикробной и гидрофобной с целью увеличения стойкости к микроорганизмам и окружающей среде.

Для создания таких поверхностей перспективными являются фторуглеродные покрытия, сформированные методами ионно–плазменной технологии [1], которые позволяют формировать антиадгезионные свойства по отношению к микроорганизмам, а также создавать супергидрофобные покрытия на различных полимерных материалах [2].

Наиболее остро данная проблема стоит при использовании прозрачных органических полимерных материалов, которые с течением времени при взаимодействии с окружающей средой ухудшают свои оптические характеристики [3]. Особенности полимерных материалов, обусловленные широкими возможностями регулирования их структуры и свойств, открывает перспективы получения конкурентоспособных материалов для целей оптики[4], оптоэлектроники и других областей науки и техники.

Таким образом, целью данной работы является исследование гидрофобных и антимикробных свойств фторуглеродного покрытия на поверхности полимерного материала ПЭТФ с целью его дальнейшего использования в оптических структурах.

Одним из широко используемых материалов для оптических структур является полиэтилентерефталат (ПЭТФ). Также он используется в производстве изделий электронной техники [5], медицине [6], биотехнологии [7] и т.д. Так, например, данный материал в настоящее время нашел широкое распространение в качестве основы для производства конденсаторов нового поколения, корпусов изделий, упаковочных материалов, лабораторной посуды.

Антимикробные гидрофобные покрытия были нанесены с помощью ионно–плазменных технологий с использованием газовых смесей CF4+C6H12 с предварительной ионной обработкой в два этапа. На первом этапе производилась обработка тетрафторметаном (CF4), а на втором этапе было произведено нанесение с различным содержанием двух газов в плазмообразующей среде. Измерения грибостойкости и антимикробных свойств было проведено по методике, описанной в ГОСТ 9.049 – 91.

Одним из основных принципов антимикробных покрытий являются антиадгезионные свойства, которые схожи с гидрофобными свойствами. Частицы пыли могут прилипать к поверхностям, тем самым снижать эффективность поглощения света солнечными батареями или делать это поглощение вовсе невозможным. Нашим коллективом был предложен метод, основанный на защите поверхностей наноструктурированными фторуглеродными покрытиями, которые отталкивают микробиологические агенты, то есть обладают антиадгезионными свойствами по отношению к микроорганизмам, а также они могут быть рассмотрены как покрытия, отталкивающие пыль.

Данные экспериментальные методы могут быть реализованы для проектирования самоочищающихся поверхностей на различных полимерных материалах.

Список литературы:

1. A. N. Lyamin, V. M. Elinson//Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 2018, Vol. 12, No. 2, pp. 342–345

2. В.М. Елинсон, С.Г. Андреевская, П.А. Щур, Д.В. Кириллов, А.Н. Лямин // «Влияние условий предварительной ионной обработки полимерных материалов на адгезионные и механические свойства фторуглеродных наноструктур, сформированных на их поверхности», Сборник научных трудов «12-ая международная научно-техническая конференция «Вакуумная техника, материалы и технология»», Москва, 2017, с. 260–266

3. Lysander T. Ashlock, Harold Mukamal, William H. White//Transparent, abrasion resistant coating compositions. United States patent US4571365A, 1982. https://patents.google.com/patent/US4571365A/en Дата обращения: 19.02.2020

4. В.М. Елинсон, А.Н. Лямин, П.А. Щур//Журнал «Наноматериалы и наноструктуры – XXI век», 2014, №4, с. 23–28

5. Пискарев М.С. «Модифицирование поверхности пленок полифторолефинов в тлеющем разряде постоянного тока» // Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН, 2010, с. 272–277

6. Елинсон В.М., Щур П.А., А.Н. Лямин // «Вакуумное ионно-плазменное формирование супергидрофобных антимикробных полимерных материалов» Печ. Сборник научных трудов 13-ой международной конференции «Высокие медицинские технологии XXI века», Испания, Бенидорм, 2014, с. 171

7. Н.Л. Глинка. Общая химия: учебное пособие для вузов. Под ред. А.И. Ермакова – издание 28-е, переработанное и дополненное // М: Интеграл-Пресс, 2000, с. 302–311

Физико-технологические принципы минимизации хроматических искажений в дисплейных ячейках на основе спиральных наноструктур жидкокристаллических сегнетоэлектриков

Кузнецов А.В., Ткаченко Т.П.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Пожидаев Е.П.
МАИ, Москва
tem4rus@gmail.com

Известно, что минимальные хроматические аберрации, и, соответственно, максимальный угол обзора жидкокристаллических дисплеев имеют место в том случае, когда главная оптическая ось жидкого кристалла (ЖК) при формировании изображений переключается в плоскости, параллельной плоскости твёрдых подложек, ограничивающих слой ЖК в дисплее. Известна практическая реализация упомянутого требования для случая дисплеев на основе нематических ЖК, используемых в современной дисплейной промышленности, а именно формирование решётки встречно-штырьевых электродов на одной из подложек, что является весьма сложной технологической задачей. Физический смысл электрооптического переключения главной оптической оси в плоскости подложек заключается в минимизации фазовой модуляции света, что является основанием для осуществления данной технологии в промышленных масштабах.

Переключение главной оптической оси параллельно плоскости подложек при определённых условиях можно организовать в простейшей планарно-ориентированной дисплейной ячейке со сплошными электродами, основанной на спиральных наноструктурах жидкокристаллических сегнетоэлектриков (СНСЖК). В данной работе экспериментально показано, что кристаллооптические свойства планарно ориентированных СНСЖК-ячеек аналогичны таковым у широко используемых в современных дисплеях структурах нематических ЖК со встречно-штырьевыми электродами.

Планарная ориентация СНСЖК при выполнении данной работы была получена на полипиромеллитимидных нанослоях толщиной около 20 нм. Рассмотрена технология формирования таких слоёв при нанесении их на твёрдые положки на центрифуге из раствора полипиромеллида в диметилформамиде. Для описания устойчивости структуры СНСЖК измерены свободные поверхностные энергии СНСЖК и полипиромеллитимидных нанослоёв и рассчитана работа адгезии СНСЖК к полипиромеллиду.

В целом, разработана простая технология изготовления жидкокристаллических дисплейных ячеек, оптическое качество которых не уступает дисплейным ячейкам, приготовленным по сложной технологии, в которой используются встречно-штырьевые электроды.

Исследование топологии поверхности ПЭТФ, модифицированной углеродными и фторуглеродными тонкими плёнками методами АСМ

Курносов М.М., Цыганов П.С., Лавренов В.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кузькин В.И.
МАИ, Москва
KurnosovMichael95@mail.ru

Работа посвящена исследованию динамики изменения некоторых параметров топологии поверхности ПЭТФ, подвергшейся обработке высокоэнергетическими ионами смеси углеводородов в вакууме. Предыдущие работы в этой области[1,2] позволили обнаружить ряд особенностей структур, модифицированных таким способом. В этой работе сделана попытка объяснить изменения характеристик.

Модификация поверхности полиэтилентерефталат положительными ионами газовой смеси $C_6 H_{1\ 2}$ +CF_4 с энергией ионов 1-3 КэВ проводилась в вакууме $2\text{-}3\times10^{-3}$ мм рт. ст. Для изучения образцов использовалась атомная силовая микроскопия, так как этот метод может использоваться для локального определения атомных конфигураций, магнитных, электрических, тепловых, химических и других свойств поверхности. [3]

Анализ топологии поверхности модифицированных структур данным способом показали значительное изменение величины средней шероховатости поверхности в зависимости от концентрации тетрафторметана или состава газовой среды рабочей атмосферы. При концентрации CF_4 от 40% до 60% наблюдалось наибольшее изменение шероховатости. Установлена зависимость параметров средней шероховатости, среднеквадратичной шероховатости, максимальной высоты глубины впадины шероховатости от соотношения комнатной газовой среды. При повышении концентрации CF_4 до 60% происходит увеличение шероховатости сформированной плёнки в 3-4 раза по отношению к подобным плёнкам, полученным при концентрациях CF_4 равных 10% и 20%.

Это связано с формирование развитой наноструктурированной поверхности полиэтилентерефталата в результате конкурирующих процессов травления ионами $C_6 H_{1\ 2}$ и осаждения CF_4 . На поверхности формируется тонкая плёнка из атомов фтора, C-H, C-C, C=C, C-F групп, значительная часть которых образует прочные ковалентные связи с атомами поверхности, что приводит к ощутимым изменениям топологии структуры, которые можно наблюдать на верхнем слое исследуемых образов в виде волнообразных формирований. Поверхность приобретает качественно новые физико-химические свойства, позволяющие использовать её в качестве антибактериального покрытия, что было подтверждено соответствующими исследованиями. [4]

Список литературы:

1. «Атомно-силовая микроскопия субмикронных пленок полидифениленфталида» Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Карамов Д.Д., г. Уфа, УНЦ РАН, 2016 г.

2. «Иссл-е пов-сти тонких плёнок ПЭТФ» А. В. Митрофанов, О.В Карбань, А. Сугоняко, журнал «Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования», г. Москва, 2009 г.

3. Учебное пособие С.Д. Карпухин, Ю.А. Быков "АТОМНО-СИЛОВАЯ МИКРОСКОПИЯ" под редакцией Ю.А. Быкова, Москва Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана 2012 г.

4. «Способ получения антимикробных нанокомпозитных полимерных материалов» патент RU2592797C2 Правообладатели: Елинсон В. М., Лямин А. Н., Москва, МАИ 2016 г.

Исследование свойств углеродных покрытий, полученных при помощи НЧ-плазмотрона атмосферного давления

Лавренов В.И., Цыганов П.С., Курносов М.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
МАИ, Москва
vasily-lavrenov@narod.ru

Современные тенденции в развитии электроники указывают на необходимость в исследованиях в области нанесения тонких углеродных покрытий на поверхность термочувствительных материалов. Поскольку холодная плазма имеет сравнительно низкую рабочую температуру (ниже 400 К), хорошо подходит для обработки термочувствительных изделий, таких как интегральные схемы. Углерод образует различные типы покрытий с заданными свойствами в зависимости от технологических параметров формирования. Такие покрытия можно использовать, например, для защиты изделий из полимерных материалов, что дает возможность использовать углеродные покрытия как в агрессивной окружающей среде [1], так и в условиях сильных механических воздействий.

Для нанесения углеродных покрытий была использована экспериментальная установка, основанная на низкочастотном (НЧ) плазмотроне атмосферного давления. Равномерность нанесения покрытия осуществлялось за счет перемещения плазмотрона над поверхностью подложки с помощью станка ЧПУ. В качестве транспортного газа использовался Аргон (Ar), в качестве плёнкообразующего циклогексан (C6H12). Формирование проводилось с фиксированием основных технологических параметров: шага обработки (от 3 – 5 мм) расстояния плазмотрон-подложка (от 15 – 21 мм), скорости обработки (от 1 – 3 мм/с). Нанесение осуществлялось на монокристаллический кремний и подложки из полистирола и полиэтилентерефталата.

Исследование полученных покрытий показывают линейную зависимость толщины углеродных пленок от расстояния плазмотрон-подложка, скорости обработки, шага обработки. Скорее всего это происходит в связи с увеличенным энерговкладом в газовый разряд между соплом плазмотрон и заземлённой поверхностью, а также увеличением диффузии частиц газа из плазменной струи в окружающую среду. Из этого следует, что для наибольшей интенсивности образования пленки стоит использовать наименьшее расстояние плазмотрон-подложка и меньшую скорость обработки, однако при слишком большой интенсивности появляется графитизация покрытия. Результаты анализа спектров фотопоглощения полученных образцов указывают на то, что в видимом диапазоне света (380-740 нм) покрытие является практически прозрачным, что хорошо для применения покрытия в оптоэлектронике. При расстоянии плазмотрон-подложка 15-18 мм покрытие показывает себя наиболее стабильно. Так же было произведено исследование контактного угла смачивания полученных пленок на монокристаллическом кремнии и полиэтилентерефталате, в результате которого установлено повышение гидрофильности полиэтилентерефталата, что связано с эффектом травления во время процесса осаждения и лишь незначительное повышение гидрофобности кремниевых подложек, поскольку кремний имеет иной характер проводимости, чем полиэтилентерефталат, который влияет на протекание НЧ дугового газового разряда, что практически исключает процесс травления кремния во время осаждения из газовой фазы.

Список литературы:

1. Drnovska H, Lapcik L, Bursikova V, Zemek J, Barros-Timmons AM. Surface properties of polyethylene after low-temperature plasma treatment. Colloid Polym Sci. 2003;281(11):1025-33.

Зависимость ширины статической зоны захвата от скорости её прохождения в зеемановском лазерном гироскопе

Макатров Н.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Борисов А.М.
МАИ, Москва
nik97ita80@gmail.com

На предприятиях авиакосмической области, занимающих разработкой навигационных комплексов, остро стоит вопрос повышения точности бесплатформенных инерционных навигационных систем (БИНС) на лазерных датчиках угловой скорости, работающих на эффекте Зеемана. Одним из направлений повышения точности зеемановских лазерных гироскопов является анализ и учет связи встречных волн на чувствительность датчиков. Несмотря на то, что БИНСы на лазерных датчиках производятся и изучаются более 50 лет, до сих пор нет четкого представления от том, как влияет величина скорости прохождения на ширину зоны синхронизации встречных волн в лазерном резонаторе.

Цель настоящей работы – измерение и анализ статической ширины зоны синхронизации встречных волн (зоны захвата) от скорости её прохождения (скорости сканирования) в резонаторе зеемановского лазерного гироскопа.

В докладе приводятся методика и результаты экспериментальных исследований измерения статической ширины зоны синхронизации встречных волн при различных дискретных скоростях сканирования резонаторов лазерных гироскопов типа ЭК производства АО "НИИ "ПОЛЮС" им. М.Ф. Стельмаха". На основании статистической обработки полученных данных установлены два типа зависимости, которые отличаются друг от друга при высоких скоростях сканирования, при низких скоростях разница между ними находится в пределах погрешности методики. Установлено, что уменьшающий точность датчиков тип зависимости появляется в результате распыления поджиговых анодов газоразрядной камеры лазера, что могло привести к увеличению обратного рассеяния лазерных зеркал.

Современный взгляд на обработку магниевых сплавов методом микродугового оксидирования

Медвецкова В.М., Кондрацкий И.О.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Крит Б.Л.
МАИ, Москва
medvetskova@gmail.com

Многие ученые, наши современники, считают, что основной задачей нашего времени является снижение массы летательных аппаратов, а также повышение эффективности конструкционных материалов. До сего дня использование сплавов, основанных на алюминии, отлично подходило для этой цели, но ближайшем будущем видна возможность отказа от алюминиевых сплавов в пользу магниевых. Это все возможно благодаря тому, что сплавы на основе магния, легированного литием, имеют все шансы действительно создать конкурентную борьбу алюминиевым, снабжая весовую экономию 20—25%. Главной проблемой магния является коррозионная активность. Коррозионную активность можно снизить с помощью покрытия, нанесенного методом микродугового оксидирования.

Микродуговое оксидирование – эффективный и сложный технологический процесс образования покрытия и модифицирование поверхности металлического материала (группы вентильных металлов). Рабочий электрод, который является образцом, погружают в электролит на токоподводе на определенную глубину. При достижении режима микродуговых разрядов, перемещающихся хаотично по обрабатываемой поверхности, проводится размерная обработка материала. Значительными преимуществами вышеуказанного метода являются такие свойства:

• Перед нанесением покрытия методом МДО не требуется дополнительная тщательная обработка поверхности;

• Создание покрытий с повышенной стойкостью к износу, микротвердостью, защитно-коррозионными и декоративными свойствами, теплопроводностью и теплопередачей, усиленной адгезией к металлическому основанию;

• Раствор электролита состоит из точного расчета минимальной концентрации химических реактивов в связке с дистиллированной водой для повышения экологической чистоты конечной продукции и снижения издержки производства.

Недостатками метода МДО является следующее:

• Высокое энергопотребление при относительно низкой производительности процесса;

• Продолжительное разыскивание наиболее соответствующего количественного состава раствора электролита для отдельно взятого магниевого сплава.

Последний недостаток исходит из отсутствия целенаправленных сравнительных исследований по кинетике роста покрытия на поверхности магниевых сплавов в одном и том же электролите.

Несмотря на вышеуказанные недостатки, применение микродугового оксидирования на магниевых сплавах должно применяться для производства летательных аппаратов.

Технологии формирования тонкоплёночных покрытий на пористых материалах для литий-ионных аккумуляторов

Мельников А.Б., Щур П.А., Ковалев И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
lexa.melnickov2010@yandex.ru

В данной работе исследуются технологии формирования тонкопленочного электродного материала химических источников тока. Для получения высокой удельной плотности энергии электрода использовалось измельчение химически активного материала ($LiCoO_2$), который наиболее широко применяется для катодных материалов химических источников тока для осаждения на материализованные электродные материалы на основе углерода.

Химические источники тока применяются в различных областях науки и техники: электронике, медицине, авиации, космонавтике. В частности, накопитель энергии используется для спутников, скафандров, ракет-носителей и портативных устройств, таких как компьютеры и видеокамеры. По сравнению с другими типами устройств литий-ионная аккумуляторная батарея (ЛИА) зарекомендовала себя как надежное накопительное устройство из-за её высокой плотности энергии, легкого веса, низкого технического обслуживания, длительного срока службы и высокой эффективности. Характеристики этих систем накопления энергии в значительной степени зависят от материалов электродов. Электродные материалы должны отвечать следующим требованиям: высокая удельная энергоемкость, хорошая обратимость электродных процессов (циклируемость), высокая электропроводность для лития, высокая скорость диффузии лития.

Среди различных изученных катодных материалов наиболее широко применяемыми/коммерциализируемыми катодными материалами для химических источников тока являются слоистые оксиды с формулой $LiMO2$ (M = Co, Mn, Ni) [1]. Кобальт лития предложил много важных преимуществ, таких как его стабильность в условиях окружающей среды (влажность), значительно более высокое напряжение ввода литий-иона. Наличие плоскостей, занятых исключительно ионами лития, обеспечивает возможность полной деинтеркаляции щелочного металла и применимость этого соединения в качестве катодного материала в химических источниках тока [2]. Материал со слоистой решеткой показывает лучшие электрохимические характеристики по сравнению с материалом с кубической решеткой шпинели. $LiCoO2$ имеет теоретическую емкость 274 мАч/г, когда один моль Li был извлечен из одного моля $LiCoO2$, но практическая емкость достигает только 150 мАч/г.

Тонкопленочные электроды обладают отличной удельной емкостью, что может быть обусловлено более низким контактным сопротивлением между пленочной матрицей и токосъемником и меньшей длиной пути диффузии ионов. И это указывает на то, что современные технологии толстопленочного осаждения достигли своего предела и что необходимо использовать тонкопленочную технологию для катодных материалов, которые могут использовать химически активный материал более эффективно. Существует технология, позволяющая диспергировать порошок до размеров частиц 150-350 Нм при сохранении структуры материала и увеличении эффективной площади поверхности и энергоемкости. В данной работе исследуется пропитка металлизированного электрода с размером частиц оксида кобальта лития от 100 до 350 нанометров тонкопленочным электродным материалом и сообщим результаты испытаний электродного материала.

Использование высокопористого углерода в качестве матрицы для LiCoO2 позволяет перейти от стандартной толстопленочной технологии с использованием химически активного материала к тонкопленочной с использованием мелкодисперсного порошка LiCoO2. Чем меньше размер частиц LiCoO2, тем больше эффективная площадь поверхности и тем больше ионов Li могут участвовать в химической реакции [3].

Анализ современной концепции построения информационно-управляющего поля кабины экипажа магистрального пассажирского самолёта

Мозгалева М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
s-m.a.r.i.o@ya.ru

Одной из приоритетных задач, возникающих в процессе эксплуатации магистральных пассажирских самолётов, является обеспечение безопасности их полётов. Во время полёта экипаж должен осуществлять непрерывный контроль за положением летательного аппарата (ЛА) и скоростью перемещения в пространстве, его курсом, режимами работы его двигательной установки, анализировать перемещения окружающих ЛА, наблюдать за опасными метеообразованиями, а также воспринимать многую другую необходимую полётную информацию. Для снижения психологической нагрузки на экипаж при управлении полётом ЛА и осуществлении информационной поддержки его действий одним из важнейших факторов является правильная организация информационно-управляющего поля (ИУП) кабины.

Максимальный объем полётной информации экипажа получает с помощью зрения. В связи с этим доминирующую часть в структуре ИУП занимают визуальные средства информационной поддержки экипажа, в состав которых входят: индикаторы комплексной электронной системы индикации и сигнализации, индикаторы на лобовом стекле, светосигнализаторы, кнопки-табло, система резервных приборов.

В докладе рассматриваются следующие направления концепции построения ИУП современных магистральных пассажирских самолётов:

• Структурная организация панелей ИУП;

• Основные принципы построения ИУП: принцип включенности оператора в контур управления; принцип иерархического структурирования; принцип деятельностного подхода; принцип введения в контур управления интерфейса взаимодействия оператора с техническими средствами;

• Методы и средства представления экипажу визуальной, звуковой и тактильной информации, позволяющей осуществлять его информационную поддержку с целью минимизации времени анализа и принятия решений.

Методы повышения точностных параметров акселерометров инерциального класса

Морозов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
mercedes_amg6.5@mail.ru

В настоящее время к числу базовых бесплатформенных инерциальных навигационных систем для применения в летательных аппаратах различного назначения относятся системы, в которых датчиками первичной информации являются лазерные гироскопы и маятниковые кварцевые акселерометры. Основными параметрами, определяющими точность работы акселерометра являются: масштабный коэффициент, нулевой сигнал и погрешность базы.

важными показателями, характеризующими стабильность получаемой с помощью акселерометра измерительной информации, являются такие технические характеристики прибора, как: дрейф нулевого сигнала, нестабильность нулевого сигнала и погрешности базы и нестабильность масштабного коэффициента.

Как показали результаты контроля нестабильности значений нулевого сигнала партии серийных акселерометров, разброс данного технического параметра изменяется более, чем в 5 раз. Нестабильность значений масштабного коэффициента партии серийных акселерометров также изменяется более, чем в 5 раз, а нестабильность значений погрешности базы – более, чем в 4 раза. При этом у значительного числа проконтролированных приборов из исследованной партии значения вышеуказанных технических показателей приближались к границам допуска, т. е. данные приборы приближались к параметрическим отказам.

В связи с тем, что конструкция акселерометра является неразборной и после его окончательной сборки не может быть подвержена регулировке, была разработана методика технологической приработки приборов, направленная на стабилизацию их вышеуказанных технических характеристик.

Исходя из исследований температурных изменений нулевого сигнала, масштабного коэффициента и погрешности базы была предложена также методика алгоритмической компенсации систематической составляющей температурной зависимости точностных параметров акселерометров, позволяющая повысить точность их работы в составе БИНС.

В докладе рассматриваются особенности практической реализации предложенных методик, приводятся результаты их практической апробации в производственных условиях.

Анализ конструктивных решений, технических характеристик и технологических особенностей бортовых координатно-временных устройств малогабаритных космических аппаратов

Мудрый Н.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гребенюк Е.И.
МАИ, Москва
comatose35@yandex.ru

В настоящее время на отечественном рынке отсутствуют универсальные многофункциональные приборы, обладающие высокими точностными характеристиками навигационно-временной информации и длительным сроком автономной работы для широкого спектра параметров орбиты, произвольной ориентации космического аппарата (КА) в условиях воздействия факторов космического пространства. В связи с этим разработка бортового синхронизирующего координатно-временного устройства (БСКВУ), имеющего универсальные характеристики и структуру для малогабаритных КА, в том числе для КА мониторинга ионосферы и тропосферы из космоса по сигналам навигационной спутниковой системы (ГНСС) ГЛОНАСС — одна из приоритетных задач реализации спутниковых навигационных технологий.

Целью работы является анализ конструктивных решений, технических характеристик и технологических особенностей бортовых координатно-временных устройств малогабаритных космических аппаратов, включая космические аппараты для обеспечения задач мониторинга ионосферы и тропосферы из космоса.

В докладе приведены результаты литературно-патентного поиска конструкций отечественных и зарубежных бортовых синхронизирующих координатно-временных устройств. Выполнен сравнительный анализ технических характеристик. Приведены отдельные технологические решения из числа спутниковых навигационных технологий, реализуемые в рассмотренных БСКВУ. Сформирована модель универсального современного БСКВУ для малогабаритных КА.

Анализ алгоритмов генерации случайных и псевдослучайных чисел и их применения

Назин В.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Горожеев М.Ю.
МАИ, Москва
nazin.v02@mail.ru

В наше время алгоритмы генерации случайных и псевдослучайных чисел используются не только для развлечения, но и для более существенных и важных задач. Математическое моделирование различных процессов с применением случайной составляющей, например, методы Монте-Карло; криптография — симметричное и асимметричное шифрование каналов связи благодаря генерации, соответственно, секретного ключа и пары ключей; теории принятия решений и игр; подготовка случайных выборок в социологии и статистике; настройка оборудования – вот наиболее популярные направления их использования.

Можно разделить алгоритмы генерации случайных и псевдослучайных чисел на ГПСЧ (генераторы псевдослучайных чисел) и ГСЧ (генераторы случайных чисел). ГПСЧ работают на выстраивании последовательности из числа и как следствие могут быть взломаны при вычислении этого числа из вне, но при этом они отличаются быстротой генерации и возможностью воспроизведения случайной последовательности без её сохранения. ГСЧ (Microsoft CryptoAPI, RdRand от intel) – это либо ГПСЧ с источниками энтропии (действия оператора, точная температура, шумы на контактах процессора) из которых, в большинстве случаев, вычисляются первые числа последовательности, либо "чистые" данные энтропии. Из-за этого пропадает возможность воспроизведения последовательности без её сохранения и падает скорость генерации, при этом такой генератор почти невозможно предсказать из вне.

ГПСЧ с источником энтропии используется в широком спектре задач, т.к. не требует больших затрат вычислительных ресурсов на обработку, но это зачастую связано с угрозой конфиденциальности информации в связи с тем, что можно предпринять попытку воспроизведения случайной последовательности. Ряд алгоритмов шифрования и хеширования успешно применяются в связке с источниками энтропии, например, RC4, 3DES, AES, SHA-1, MD5, RSA и др.

Целью данной работы является создание и исследование программно-аппаратного комплекса приёма и передачи информации, закодированной на основе ГПСЧ с источником энтропии. Опытный образец создан на базе микроконтроллера Atmega328 с использованием DIP компонентов, а в качестве алгоритма шифрования применена криптография на эллиптических кривых (Elliptic Curve Cryptography).

В дальнейшем планируется провести сравнительный анализ технических характеристик разработанной криптографической системы и алгоритма шифрования с открытым ключом RSA.

Применение искусственных нейронных сетей для решения задачи аппроксимации при калибровке датчиков

Новиков В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
godfatherpunisher@yandex.ru

В процессе функционирования датчики первичной информации (ДПИ), входящие в состав бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС), подвергаются воздействию возмущений и влиянию условий среды, что приводит к возникновению погрешностей и ухудшению их точностных характеристик. Для уменьшения влияния погрешностей ДПИ калибруют. В качестве ДПИ рассматриваются акселерометры и датчики угловых скоростей. Калибровка позволяет установить связь между выходными сигналами ДПИ и физическими величинами, воздействующими на их входы. Точность калибровки зависит от применяемого стендового оборудования – калибровочных стендов.

Основными недостатками применяемых математических моделей (ММ) ДПИ при калибровке являются: необходимость разработки ММ для каждого датчика, высокие ресурсные затраты для нелинейных ММ, большая трудоемкость испытаний на высокоточных стендах. Кроме того, зачастую ММ, называемая функцией преобразования показаний ДПИ, бывает не только нелинейной, но и неизвестной.

Устранить указанные недостатки позволяют искусственные нейронные сети (ИНС). Основной задачей ИНС является решение задач аппроксимации функции преобразования показаний ДПИ, в том числе неизвестных функций, когда доступны только входные и выходные данные. Преимущества применения ИНС в калибровке: повышение точности выходных данных, автоматизация математических вычислений, универсальное применение для нескольких классов ДПИ, низкое потребление вычислительных ресурсов, возможность определения функции преобразования ДПИ. Кроме того, такой подход позволяет разработать «интеллектуальные» датчики.

Метод основан на принципе изоморфизма [1, 2, 3], смысл которого заключается в следующем. На вход ДПИ подается эталонный сигнал, который преобразовывается неизвестной функцией ДПИ в некоторый выходной код. К выходу ДПИ подключается ИНС, на выходе которой по коду ДПИ восстанавливается значение физической величины, воздействующей на датчик. По сути ИНС в неявном виде реализует обратную функцию преобразования ДПИ. Задача ИНС сводится к аппроксимации этой функции преобразования с необходимой нам точностью. Аппроксимация осуществляется путем выбора структуры и обучения ИНС на реальных данных, полученных при калибровке. В результате обучения формируются массивы весовых коэффициентов нейронов и смещений функций активации. Обучение ИНС заканчивается, если её выходные значения совпадают с эталонными сигналами на входе ДПИ с заданной точностью.

Обучение ИНС состоит в настройке весовых коэффициентов и смещений. Предварительно подбирается архитектура и гиперпараметры ИНС: количество скрытых слоев, вид функций активации скрытых слоев, количество нейронов в скрытых слоях, вид оптимизатора и скорость обучения [4]. Цель: сформировать архитектуру ИНС с минимальным количеством гиперпараметров, обеспечивающих максимальную точность выходных данных.

В настоящее время разработана ИНС прямого распространения с обучением методом обратного распространения ошибки в среде Python с пакетом Keras. Отработана методика обучения ИНС и аппроксимация функций от одной и нескольких входных переменных, причем как с заранее известными функциями преобразования, так и с неизвестными (в качестве выходных значений задавались показания датчиков угловых скоростей). Испытания проводились как на тестовых, так и на реальных данных.

В дальнейшем планируется записать полученную ИНС в «интеллектуальный» МЭМС-датчик из состава БИНС, провести его экспериментальную отработку при калибровке, в том числе при различных температурных режимах.

Список литературы:
1. Кулабухов В.С. Общий принцип изоморфизма и калибровка датчиков на его основе С. 98-105 / Материалы V научно-практической конференции памяти О.В. Успенского [Текст]. Сборник докладов. – М.: Издательский дом Академии имени Н.Е. Жуковского, 2018. С. 98-105.
2. Кулабухов В.С., Цацин А.А., Заец В.Ф. и др. Патент RU 2 714 612 C1 Способ идентификации нелинейных систем. Опубликован 18.02.2020, бюллетень №5. Патентообладатель: АО МНПК «Авионика».
3. Кулабухов В.С., Цацин А.А., Заец В.Ф. и др. Патент RU 2 714 039 C1 Система для разработки интеллектуального датчика. Опубликован 11.02.2020, бюллетень №5. Патентообладатель: АО МНПК «Авионика»
4. Булгаков В.В., Кулабухов В.С., Новиков В.А. Использование искусственной нейронной сети для решения задач аппроксимации. С. 32-41 / Материалы VI научно-практической конференции памяти О.В. Успенского [Текст]. Сборник докладов. – М.: Издательский дом Академии имени Н.Е. Жуковского, 2019. С. 32-41.

Разработка и исследование электродного материала для ХИТ

Ножников В.Д., Игнатов Д.С., Скиба К.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
vitalynozhnikov@gmail.com

Химические источники тока (ХИТ) являются преобразователями химической энергии в электрическую. Во время работы (разряда) в них происходит химическая реакция взаимодействия двух реагентов. Энергия этой реакции выделяется в виде энергии постоянного электрического тока[1].

Существует много вариантов ХИТ, отличающихся размерами, конструктивными особенностями и природой протекающей в них токообразующей реакции. В зависимости от варианта меняются показатели и эксплуатационные свойства.

Целью данной работы является исследование перспективного электродного материала для ХИТ и переход от толстоплёночных к тонкоплёночным технологиям его производства, с использованием диспергированого кобальтата лития.

В ходе исследований, было выявлено, что в области создания электродных материалов, перспективу использования по сравнению с другими структурами, имеет углеволокнистая сорбционная ткань «Бусофит». Использование бусофита обусловлено лёгкостью, высокоразвитой пористой поверхностью и низкой поверхностной плотностью материала, которые приводят к повышению ёмкости в диапазоне от 103 до 105 раз. Помимо этого, высокая химическая стойкость уберегает материал от разложения в электролите. Электропроводимость углеродного волокна Бусофит увеличивается с ростом толщины покрытия[2], [3].

В ходе экспериментов, был металлизирован бусофит сплавами титана, для уменьшения внутреннего сопротивления и использования полученного материала в качестве анода. Для катода был также использован металлизированный бусофит и после пропитан диспергированным соединением $LiCoO2$, а именно частицами размером около 50 нм. Диспергирование кобальтата лития было произведено для увеличения поверхностной площади, а также увеличению энергоёмкости. В отличие от гладких подложек, покрытия наносятся на отдельные нити, на поверхности материала бусофит и в приповерхностном плетении. В результате, толщина покрытия на нитях углеродного волокна будет меньше в сравнении с

покрытием на подложке, при том же количестве распылённого материала. Этот процесс металлизирования с последующей пропиткой диспергированым кобальтатом лития и является основой использования тонкопленочных технологий в данном исследовании[4].

Из рассмотренных технологий нанесения тонких покрытий на материалы, с учетом особенности структуры углеродного волокна наилучшим вариантом нанесения на него

металлизированных покрытий являются методы физического осаждения, а именно магнетронное распыление в вакууме. Методы химического осаждения не подходят для данного типа материала и могут привести к разрушению или изменению его структуры, или добавлению сторонних примесей. Измерения толщины металлизированных покрытий, нанесенных на кремниевый свидетель показали, что скорость роста покрытия (количество напыляемого материала) зависит в первую очередь от электрической мощности, выдаваемой блоком питания магнетрона.

Список литературы:

1. Багоцкий В.С. Скундин А.М. Химические источники тока. — М.: Энергоиздат, 1981. — 360 с.

2. V. V. Sleptsov, V. A. Govorov, E. V. Korobeynikov, I. A. Kovalev and A. B. Melnikov Journal of Physics: Conf. Series 1281 012076

3. V. V. Sleptsov, P. A. Shchur, D. Yu. Kukushkin, I. A. Kovalev, E. V. Korobeinikov and A. B. Melnikov. Universal electrode materials for CCS and SC based on carbon textile «Busofit». IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1281 (2019) 012077 doi:10.1088/1742-6596/1281/1/012077

4. В.В.Слепцов, Куликов.С.Н, Д.Ю.Кукушкин, Ву Дык Хоан. Тонкопленочные технологии формирования покрытий на поверхности высокопористых рулонных материалов для конденсаторных структур. Наноинженерия №3 – 2015. С. 7 – 14. 3.

Наноструктурирование и гофрирование поверхности углеродного волокна из ПАН и вискозы высокодозным ионным облучением

Овчинников М.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Борисов А.М.

МАИ, Москва

ov.mikhail@gmail.com

Ионно-плазменные методы используются для формирования на поверхности углеродных материалов микро и наноразмерных элементов. Так, высокодозное ионное облучение углеродных волокон в зависимости от температуры облучения Т и уровня радиационных нарушений приводит к рекристаллизации и развитию рельефа поверхности, в том числе в виде гофрирования волокна [1]. Образование микро и нанорельефа на поверхности углеродного волокна происходит при T<Ta, где температура динамического отжига радиационных нарушений Та в графитовых материалах составляет 150 – 200°С в зависимости от сорта ионов [2]. В этих условиях изменения топографии поверхности волокон связывают с анизотропными радиационно-индуцированными пластическими процессами формоизменения происходящих в углеродных материалах [3] и распылением волокна при облучении ионами [4]. Данная работа рассматривает процессы образования рельефа поверхности в виде сетчатой нанаразмерной топографии и гофрирования волокна, в зависимости от структуры углеродного волокна и флуенса облучения.

Мишенями работе являлась нить из углеродных волокон ВМН-4 из полиакрилонитрильного (ПАН) волокна и графитизированная ткань ТГН-2МК из вискозного волокна. Облучение проводили ионами Ar^+ с энергией 30 кэВ по нормали к оси волокна на масс-монохроматоре НИИЯФ МГУ при температуре мишеней ~ 200°С. Углеродные волокна до и после облучения исследовали с помощью растровой электронного микроскопии (РЭМ).

Анализ РЭМ-изображений показывает, что облучение углеродных волокон из ПАН и вискозы приводит к двум разным типам ионно-индуцированной морфологии, зависящим от флуенса облучения. Для углеродного волокна из ПАН-волокна, облучение с флуенсами < $1•10^{18}$ ион/см² ведет к образованию параллельных оси волокна ребер с характерными коническими элементами. При флуенсе облучения > $1•10^{18}$ ион/см² конические элементы мигрируют и соединяются, преобразуясь в гофры посредством роста перпендикулярных оси волокна ребер, достигающих субмикронных размеров. Дальнейшее увеличение флуенса

приводит к полному замещению продольных гребневидных структур и конических элементов гофрами с наклонными гранями.

К совершенно другому типу топографии поверхности приводит облучение волокна из вискозы. При флуенсе $\leq 1 \cdot 10^{18}$ ион/см² наблюдается образование произвольно направленных наноразмерных гребневидных структур. Увеличение флуенса приводит к исчезновению гребневидных структур и появлению сетчатой топографии из наноразмерных стенок.

При малых флуенсах облучения $< 1 \cdot 10^{18}$ ион/см² образование наноразмерных гребней на углеродных волокнах из ПАН предположительно связано с наличием наноструктурной фракции в этой части поверхности углеродных волокон. Аналогичный эффект наблюдался при облучении высокоориентированного пиролитического графита имеющего мозаичную текстуру микрокристаллитов [5], где при невысоких уровнях радиационных нарушений на границах микрокристаллитов наблюдался наноразмерный рельеф.

Увеличение флуенса облучения приводит к увеличению уровня радиационных нарушений до предельных значений ограниченных скоростью распыления. При этом для гофрирования поверхности также существует пороговый уровень радиационных нарушений меньший предельного уровня [1]. При радиационном воздействии в графитоподобных материалах происходит усадка кристаллитов в базисной плоскости и их рост в перпендикулярном базисной плоскости направлении [3]. Для текстурированной оболочки волокна при ионном облучении этот процесс приводит к механическим напряжениям с релаксацией путем пластической деформации при достижении пороговых значений уровня радиационных нарушений. Для углеродного волокна из вискозы, имеющего менее текстурированную графитовую оболочку процессов пластической деформации оболочки не происходит, а увеличение флуенса приводит к её распылению. В результате ионно-индуцированным процессам формоизменения подвергается уже ядро волокна, имеющее отличную от оболочки волокна структуру, что выражается в формировании наностеночных структур.

Список литературы:

1. Andrianova N.N., Borisov A.M., Mashkova E.S. et. al. // Horizons in World Physics. New York: Nova Science Publishers. 2013. V. 280. P. 171.

2. Борисов А.М., Виргильев Ю.С., Машкова Е.С. // Поверхность. Рентген., синхр. и нейтр. исслед., 2008. № 1. С. 58.

3. Yu.S. Virgil'ev, I.P. Kalyagina, Inorganic Materials. 40 (2004) S33.

4. Аникин В.А., Борисов А.М., Макунин А.В. и др. // Ядерная физика и инжиниринг. 2018. Т.9. № 2. С. 122

5. Andrianova N N, Borisov A M, Mashkova E S, et. al. // Vacuum. 2010. V.84 p. 1033-1037

Анализ перспективных материалов для металлизации пористых поверхностей

Пагава Л.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Могильная Т.Ю.
МАИ, Москва
lasard12@bk.ru

При разработке промышленных установок перспективным направлением является рулонная электроимпульсная технология допирования поверхности электродных материалов нанокластерами различных металлов. Целевая функция технологии состоит в создании нанокластеров металлов таких как (Ti, Ag и других), а также их позиционирования как на гладкой поверхности, так и в поровом пространстве электродных материалов.

Суть технологии состоит в проведении физико-химических процессов, обеспечивающих получение слоя металла из нанокластеров в поровом пространстве электродных материалов. В качестве слоев металла используются Ag, Ti

Основной задачей является получение частиц металла с заданным размерным диапазоном (2-10 нм) и последующее позиционирование их в поровое пространство методом

электрофореза. При этом наночастицы должны иметь равномерное распределение по поверхности и узкое распределение по размеру. В то же время с одной стороны представляет интерес исследование влияния материала на свойства нанопокрытий, с другой стороны, экспериментальное исследование влияния размерного эффекта на оптические свойства металлсодержащих наносистем значительно затруднено, а единственной достаточно полно изученной на сегодняшний день системой являются серебросодержащие нанокомпозиты

Оптические методы контроля позволяют определять различные параметры сложных систем. При этом самыми точными разновидностями этих методов являются методы Фурье спектроскопии и активной лазерной спектроскопии.

Методы активной лазерной спектроскопии отличаются типом исследуемого резонанса, характером оптического отклика среды, а также способом зондирования и измеряемым параметром (интенсивность, фаза, поляризация). Активная когерентная спектроскопия поглощения исследует оптический резонанс среды, проявляющийся в одно- или многофотонном поглощении света; активная когерентная спектроскопия рассеяния — резонанс, проявляющийся в рассеянии света (комбинационном, рэлеевском, Мандельштама-Бриллюэна, гиперкомбинационном, гиперрэлеевском и т. п.).

Однако мощность лазерного излучения, используемая для накачки в этих методах имеет пороговый характер и может быть использован не для всех материалов. В то же время с одной стороны представляет интерес исследование влияния материала на свойства нанопокрытий, с другой стороны, экспериментальное исследование влияния размерного эффекта на оптические свойства металлсодержащих наносистем значительно затруднено, а единственной достаточно полно изученной на сегодняшний день системой являются серебро содержащие нанокомпозиты.

Поэтому представляет собой значительный интерес для практики теоретическая оценка распределения поля вокруг кластеров с целью возможности применения разработанного нами метода, основанного на исследовании спектров ВРМБ. В данной работе было проведено исследование ВРМБ спектров, коллоидных растворов серебра, полученных рулонной электроимпульсной технологией допирования поверхности электродных материалов нанокластерами металлов, разработана модель расчета распределения вокруг кластеров поля в программной среде COMSOL. Проведены расчеты для трех материалов Ag, Ni, Al.

Разработка комплекса оборудования для металлизации пористых рулонных материалов для изготовления элементов приборов

Петелин Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев А.М.
МАИ, Москва
npetelin.71@gmail.com

Нанесение покрытий на пористые материалы является актуальной научной и практической задачей. Такие материалы используются в качестве катализаторов, различного рода сорбентов в системах очистки и фильтрации, а также в качестве электродных материалов в сверхъёмких источников тока различных приборов. Для создания таких источников тока необходим пористый материал, обладающий электропроводимостью и имеющий большую площадь поверхности на единицу веса. Наиболее широко для создания сверхъёмких источников тока находят применения углеродные тканевые материалы на основе углерода, в частности «Бусофит» Т-040. Этот материал обладает большой площадью поверхности на единицу веса до 1500 м/г при относительно низкой поверхностной плотности – 240 г/м^2. Одним из недостатков этого материала является относительно высокое поверхностное и удельное сопротивление бусофита, что снижает некоторые характеристики сверхъёмких конденсаторных структур, в частности, повышает их внутреннее сопротивление. Использование вакуумного осаждения различных металлов, например, титана, никеля не дают существенного улучшения характеристик по удельному сопротивлению бусофита, поскольку частицы металлов осаждаются только на поверхности материала и только малая доля их

проникает во внутренние области тканевого материала, выполненного из нитей, состоящих из волокон углерода диаметром примерно 6 мкм.

Для уменьшения удельного сопротивления тканевого материала был предложен технологический процесс осаждения нанокластеров металлов в объем пористого материалов методом электрофореза с использованием коллоидных растворов частиц титана или никеля. Для получения коллоидных растворов был использован метод импульсного электродугового разряда электродов в воде для получения нанокластеров металлов с размером наночастиц в пределах 2÷10 нм, имеющих положительный заряд. Кроме того, была поставлена задача — отработать процесс электрофореза коллоидных растворов металлов с использованием рулонных углеродных тканевых материалов.

Для металлизации рулонных углеродных тканевых материалов был разработан комплекс оборудования, в который входит дистиллятор, для подготовки дистиллированной воды, установки для получения коллоидных растворов металлов, состоящего из реактора с высоковольтным блоком питания и управления, экспериментальной рулонной установки модульного типы, состоящей из модуля подачи ленты, двух модулей с ваннами и электродами для проведения процесса электрофореза, закрепленными параллельно движущей ленты, модуля сушки ленты и приемного модуля, а также системы трубопроводов и насоса для подачи коллоидного раствора в ванны двух модулей рулонной установки, в которую была заправлена лента углеродного тканевого материала шириной 50 мм. Перед тем как коллоидный раствор поступал в ванны для проведения процесса электрофореза проводился контроль его параметров. Скорость движения ленты регулировалась в диапазоне 0,1-0,3 м/мин. На электроды для проведения процесса электрофореза подавалось постоянное или переменное напряжение 20-25 В.

После проведения процесса металлизации пористого углеродного материала на специальных стендах измеряли их поверхностное и удельное сопротивление. Кроме того, образцы были исследованы с помощью электронного микроскопа. В результате металлизации пористого углеродного материала удельное сопротивление снижалось несколько раз.

Разработка стенда для снятия динамических характеристик перспективного исполнительного механизма системы управления полётом летательного аппарата

Рекун В.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
slastena.28.29.8@gmail.com

Уменьшение массогабаритных показателей самолётных систем управления полётом (СУ), стоимость их изготовления и эксплуатации, повышение безопасности полёта является одним из основных движущих факторов при создании перспективных летательных аппаратов (ЛА). Снижение массогабаритных характеристик приводных систем, входящих в состав СУ, определяет актуальность решаемой в данной работе задачи. Эффективность работы СУ во многом обеспечивается за счет компоновки исполнительных механизмов (ИМ) и выбора его механической передачи. В качестве механических передач в современных ИМ используются передачи с многопарным или многопоточным зацеплением. К таким передачам относятся передачи, преобразующие вращательное движение во вращательное, а именно циклоидальные передачи, эксцентриково-циклоидальные передачи, передачи с промежуточными телами качения, например, волновые, а также передачи, преобразующие вращательное движение в поступательное, а именно шарико-винтовые передачи, ролико-винтовые передачи, волновые передачи с промежуточными телами качения поступательного действия (ВПТК).

ВПТК обладает наилучшими массогабаритными показателями, по сравнению с другими типами механических передач, в широком диапазоне передаточных чисел. Возможны различные кинематические схемы многоступенчатых ВПТК, позволяющие скомпоновать редуктор как с минимизацией осевого размера, так и с минимизацией наружного диаметра.

Для экспериментального подтверждения этих характеристик необходима разработка экспериментальных стендов-нагружателей. Разработана конструкция стенда, содержащая высокоточный оптический датчик углового положения, датчик крутящего момента и электрический двигатель-нагружатель. Данная установка позволяет регистрировать крутильные колебания и соответствующие им пульсации момента на выходном валу ВПТК при разных скоростях вращения.

В докладе рассматриваются статические характеристики волновой передачи с промежуточными телами качения с использованием методов математического моделирования, динамические модели вентильного двигателя, задающего устройства, имитатора нагрузки, датчика положения, редуктора на основе зубчатых механических передач и редуктора на основе ВПТК, представлена конструкция испытательного стенда, позволяющего определить величину люфта и жесткости ВПТК в зависимости от расположения элементов передачи в момент нагружения и методика проведения испытаний по определению крутильной жесткости и люфта ВПТК.

Определение диэлектрической проницаемости радиопрозрачного материала

Сабадаш В.В., Тарасов В.В., Талипов В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кузькин В.И.
МАИ, Москва
sabadash_vladimi@mail.ru

Каждый материал содержит в себе неповторимый набор электрических характеристик, которые зависят от его диэлектрических свойств. Тщательные измерения этих свойств позволяют использовать материал в его предполагаемой области для повышения эффективности конструкций. Знание диэлектрических свойств материалов дает сведения о параметрах, являющимися главными при проектировании во многих приложениях электроники и обеспечивает преимущество в более современных приложениях из сферы промышленной микроволновой обработки продуктов питания, керамики, пластика и резины.

На данный момент широко развиваются СВЧ технологии, радиоэлектроника и нанотехнологии, поэтому от радиопрозрачных материалов в данных областях требуется диэлектрическая проницаемость в диапазоне более подходящей для осуществления различных целей. Например, при выборе материала для обтекателя нужно стремиться к получению максимального коэффициента прохождения и к минимальным искажениям фазового фронта прошедшей волны. Использование материалов с высокой диэлектрической проницаемостью в печатных платах предоставляет возможность уменьшить габариты электронных схем и повысить качество соединений за счет определенных компромиссов при проектировании СВЧ-устройств.

Радиопрозрачные материалы играю основную роль при изготовлении обтекателей ракет, защитных куполов антенн радиолокационных станций от воздействия окружающей среды. Если рассматривать случай с применением радиопрозрачных материалов для обтекателей, то в период с 1950 по 1965 год, когда скорости ракет находились в диапазоне $2 \leq M \leq 5$, обтекатели радиоантенн изготавливались из стеклопластиков. Однако, начиная с 70-х годов, относительная доля обтекателей из стеклопластиков резко уменьшилась, уступая свое место керамическим материалам из-за увеличения требований к характеристикам.

В данной работе на начальном этапе из материалов был выбран стеклопластик, ситалл и стеклокерамика с дополнением титана и ниасита. Целью было получение материала для обтекателя устройства специального назначения с диэлектрической проницаемостью ε' от 6 до 8 включительно и как можно наименьшим тангенсом угла диэлектрических потерь $\mathrm{tg}\delta$ при частоте 19,8 ГГц.

Измерения диэлектрической проницаемости материалов проводились с помощью метода коаксиального пробника. В дальнейшем, после получения достаточного количества образцов, планируется измерение методом линии передач.

Список литературы:

1. Keysight Technologies Основы измерения диэлектрических свойств материалов [Электронный ресурс]. М., 2015. URL: ttps://docviewer.yandex.ru/view/544453049/?page/.
2. Свиридов, А. Материалы с высокой диэлектрической проницаемостью для электронных устройств. М.: Журнал TRIAL-NEWS, 2014.
3. Бестугин А.Р., Горбацкий В.В., Красюк В.Н. Аналитические и экспериментальные исследования влияния диэлектрических покрытий на излучение апертурных антенн. СПб.: Информационно-управляющие системы, 2007. No 6.

Исследование фторуглеродных покрытий, полученных при помощи НЧ-плазмотрона в динамическом режиме осаждения

Садеков Э.Р., Репка А.П.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
МАИ, Москва
emil_sadekov@mail.ru

С развитием современных технологий появляется необходимость получения новых материалов, а также остро поднимается вопрос улучшения качеств и характеристик уже имеющихся вариантов. Исследование фторуглеродных покрытий является актуальной темой для изучения, так как защитные свойства этих тонкопленочных структур (такие как: химическая инертность, термическая стойкость и высокие диэлектрические характеристики, и т.д. [1]) находят применение во многих областях науки и техники: от аэрокосмических отраслей до народного хозяйства и медицины. Существует множество способов модификации поверхности: наиболее популярными являются ионно-плазменные методы [2] в вакуумной среде, но появляются все больше исследований в области обработки плазмой в условиях атмосферного давления [3], что исключает необходимость в громоздком оборудовании для достижения вакуумных условий. Целью данной работы было рассмотрение физических и химических свойств фторуглеродных покрытий, полученных при помощи плазмотрона низкотемпературной плазмы при атмосферном давлении, защитные свойства которых могут расширить эксплуатационные ограничения материалов и техники на их основе [4-5]. Для достижения указанной цели необходимо решение следующих задач: определение технологических параметров процесса формирования покрытий и исследование характеристик полученных поверхностей.

Для нанесения фторуглеродных покрытий использовалась установка мощностью до 60 Вт на базе низкочастотного (НЧ) плазмотрона атмосферного давления. Работа данного плазмотрона основана на принципе импульсно-периодического процесса возбуждения и ионизации струи газа, которая исходит из сопла установки, и генерации электроискрового разряда. Плазматрон генерирует около 500 – 1000 квазистатических разрядов за секунду, которые воспринимаются глазом как плазменная нить диаметром 5 – 10 мм с эффективной температурой около 70…90ºС. Формирование покрытий осуществлялось за счет подачи на сопло установки смеси плазмообразующего транспортного газа (аргон) и пленкообразующего газа (пары циклогексана С6Н12). Для того чтобы создать надежный и воспроизводимый защитный слой, необходимо осуществить равномерное осаждение по всей площади образца – то есть обеспечить формирование пленок в динамическом режиме осаждения. Это было реализовано путем перемещения сопла с фиксированными параметрами нанесения на поверхность материала.

Формирование покрытий производилось по следующим технологическим параметрам: расстояние плазмотрон-подложка (15–24 мм), скорость нанесения (1–3 мм/с), расстояние (шаг) между линиями пути сопла вдоль длины образца (3–6 мм). Для контроля расходов газа использовался регулятор расхода газов РРГ-12. Нанесение производилось на монокристаллический кремний (Si), лавсан и полистирол. Измерение толщины осуществлялось при помощи микроинтерферометра МИИ-4. Спектры РФЭС были получены с помощью прибора K-Alpha «Thermo Scientific», оснащенного полусферическим анализатором.

В результате работы была показана возможность формирования углеродных покрытий в динамическом режиме нанесения. Было установлено влияние параметров процесса нанесения на физические свойства покрытий на образцах. В частности, было показано, что толщина углеродных покрытий линейно зависит от расстояния плазмотрон-подложка и времени нанесения и шага между траекторией прохождения сопла вдоль образца. Помимо этого, были получены спектры поглощения фторуглеродных покрытий: дальнейшее исследование показало, что интенсивность прохождения света в видимом диапазоне светового спектра не сильно изменяется по отношению к чистой подложке.

Список литературы:

1. Штейнгарц В.Д., Фторуглероды, Соросовский образовательный журнал. 1999. №5. С. 27-32.
2. Соснин Н. А., Ермаков С. А., Тополянский П. А., Плазменные технологии. Руководство для инженеров. Изд-во Политехнического ун-та. СПб.: 2013.
3. R.A. Wolf, Atmospheric Pressure Plasma for Surface Modification, Wiley, 2012
4. Пехташева Е. Л., Неверов А. Н., Заиков Г. Е., Шевцова С. А., Темникова Н. Е, Способы защиты материалов от биоповреждений, Вестник КТУ, 2012
5. Беспрозванных А.В., Мирчук И. А., Оценка возможности нормальной эксплуатации кабелей на основе витых пар в поливинилхлоридной защитной оболочке в условиях повышенной влажности и температуры, Электротехника и электромеханика, 2017

Проектирование производственного участка для изготовления электродного материала СКС

Скиба К.Г., Игнатов Д.С., Ножников В.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
freeport.terra@gmail.com

Применение сверхъемких конденсаторных систем (СКС) неуклонно растет, в особенности в технологически развитых странах мира. Объем рынка СКС имеет совокупный среднегодовой темп роста в 20% и к 2025 году достигнет 3,5 миллиардов долларов США. Основными потребителями данных устройств являются автомобильная промышленности и производители потребительской электроники, а также возобновляемая электроэнергетика.

От обычных конденсаторов СКС отличаются в первую очередь сверхвысокой емкостью, а также высокой удельной энергоемкостью (Вт•ч/кг) и крайне высокой скоростью заряда/разряда. Параметры сверхъемкого конденсатора определяются в первую очередь материалом электродов, который должен удовлетворять трем основным требованиям: высокая емкость, низкое сопротивление и устойчивость свойств. Перечисленным требованиям удовлетворяют углеродные материалы, интерес к которым обусловлен уникальным сочетанием химических и физических свойств: углеродные электроды хорошо поляризуются, являясь в то же время химически и термически инертными.

В большинстве случаев основой для изготовления электродов суперконденсаторов становится активированный уголь, материал, обладающий огромным значением эффективной площади поверхности. Существенным недостатком активированного угля является то, что этот материал тверд и хрупок. Углеродные волокнистые материалы, не требующие добавления связующих компонентов при получении электродов, лишены этого недостатка, обладая при этом всеми достоинствами углеродных материалов. Наиболее перспективными материалом на основе углерода являются ткани, которые могут обрабатываться по рулонной технологии, поэтому в данной работе рассматривается изготовление электродного материала из углеродной ткани типа «Бусофит». Нанесение слоя металла на бусофит приводит к снижению внутреннего сопротивления (ESR) и увеличению емкости.

Исследование технологических возможностей дифракционного метода при контроле качества изготовления деталей типа тел вращения после механической обработки

Смолин Е.О., Александров А.С., Петелин Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев А.М.
МАИ, Москва
evgsmolin98@gmail.com

Дифракционные картины Фраунгофера используются как информация о геометрических параметрах объектов, на которых имеет место дифракция, в ряде контрольно-измерительных методов. Методы относятся к контролю как микрообъектов с размерами от единиц до тысячи мкм, так и к объектам с размерами в десятки мм. В частности, в работе предложен метод контроля качества цилиндрических поверхностей деталей путем анализа дифракционной картины Фраунгофера, которая имеет место при дифракции когерентного монохроматического излучения на двух щелях, образованных смещёнными относительно друг друга на 180о образующими цилиндрической поверхности детали и базовыми полуплоскостями. Размер детали определяется как разность неизменного расстояния между базовыми полуплоскостями и размерами двух щелей. При этом информация о структуре микрогеометрического профиля, который неизменно присутствует на поверхности детали после механической обработки, а также его влиянии на дифракционную картину Фраунгофера не принимается во внимание, тем самым значительно снижая информативность и практическую ценность самого оптического метода контроля.

Цель настоящей работы – исследовать влияние микропрофиля поверхности образующей детали, которая вместе с базовой полуплоскостью образует щель, на которой имеет место дифракция, на структуру дифракционной картины Фраунгофера.

В докладе приведены результаты экспериментальных исследований влияния микропрофиля плоскостей, образующих щель, на изменение структуры дифракционной картины Фраунгофера при дифракции когерентного монохроматического излучения полупроводникового лазера с длиной волны λ = 0,69 мкм. При этом микропрофиль моделировался частицами порошка Metco 316L диаметры которых варьировались в диапазоне 3,5…8,9 мкм.

Как следует из полученных дифрактограмм, наличие микрофпрофиля, образованного такого рода частицами на поверхности плоскостей, образующих щель, приводит к размытости дифракционной структуры, уменьшению наблюдаемых дифракционных максимумов за счет участия в образовании дифракционной картины излучения, рассеянного на частицах, моделирующих микропрофиль. Такого рода явление необходимо учитывать при использовании метода при разработке автоматизированного устройства для контроля качества изготовления деталей после механической обработки.

Разработка базы данных на основе деревьев отказов как информационного обеспечения системы менеджмента качества при производстве авиационных датчиков давления

Точилин С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гребенюк Е.И.
МАИ, Москва
serzh872@yandex.ru

Важнейшими принципами менеджмента качества, декларируемыми ГОСТ Р ИСО 9000-2015, являются «ориентация на потребителя» и «управление взаимоотношениями» [1]. Таким образом, при построении и поддержании системы менеджмента качества (СМК) приборостроительного предприятия особое внимание уделяется управлению взаимоотношении с потребителями. При этом в качестве «персонала поддержки» выступают

сотрудники эксплуатационно-ремонтного отдела (ЭРО), в частности, занимающиеся рассмотрением рекламаций и анализом причин отказов приборов на этапе эксплуатации [2]. Принимая во внимание, как правило, широкую номенклатуру достаточно сложных по своим конструктивно-технологическим решениям приборов, выпускаемых приборостроительным предприятием, выявлять причины отказов и пути их устранения способен только высококвалифицированный специалист, затрачивая на это достаточно продолжительное время.

Цель настоящей работы – формирование в качестве документированной информации СМК базы данных, содержащей деревья отказов (ДО) типовых изделий приборостроительного предприятия. Такая база данных позволяет перейти к «стандартизированной работе» [3] в рамках эксплуатационно-ремонтного отдела, то есть повысить качество ремонтных работ, обеспечить удовлетворенность потребителей, повысить производительность труда, сократить сроки обучения новых сотрудников, документировать передовой производственный опыт.

В докладе приводится структура базы данных по отказам малогабаритных авиационных датчиков давления, содержащая развернутые деревья отказов (ДО) по ряду моделей приборов.

Методология анализа ДО [3] позволяет на основании проведенного анализа разработать структуру причинных взаимосвязей, приводящих к отказам изделий, которые в дальнейшем используются для анализа качества продукции, а также для организации стандартизированной работы по исследованию причин отказов.

В докладе приводится алгоритм поиска и устранения неисправностей на этапе эксплуатации, который позволяет определить возможную причину неисправности и принять соответствующее решение.

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. ISO 9001:2015. Стандинформ. – М., 2015 32 с.

2. Карпушин А. А. — «Гагаринские чтения 2017» — Тезисы докладов — Разработка информационного обеспечения СМК эксплуатационно-ремонтного отдела приборостроительного предприятия. Москва, 2017. — 1480 с.

3. ГОСТ Р 56407-2015 Бережливое производство. Основные методы и инструменты. Москва — Стандартинформ — 2003. — 14 с.

4. ГОСТ Р 51901.13-2005 Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей. IEC 61025:1990. Стандинформ. – Москва, 2005 14 с.

Изменение мощностных характеристик фотоэлектрических преобразователей путем модификации принимающей поверхности фотоэлементов

Федотикова М.В., Петелин Н.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Крит Б.Л.
МАИ, Москва
Marie.rommy@yandex.ru

Все возрастающее потребление человечеством электрической энергии создает необходимость замены современных систем производства электроэнергии, основанных на переработке природных ресурсов, на системы, использующие возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

Одним из направлений использования ВИЭ является преобразование солнечной энергии в электрическую, для чего используются фотоэлектрические преобразователи (ФЭП), которые в настоящее время широко применяются для электрообеспечения космических станций, населения и объектов производства в некоторых зарубежных странах, а также регионах России.

Существенным недостатком современных ФЭП, затрудняющим их распространение, является малая плотность мощности, получаемой с единицы площади фотоприемной панели.

В связи с тем, что реальные кремниевые ФЭП имеют коэффициент полезного действия (КПД) около 13% (теоретический КПД составляет 22-23%) [1], для получения достаточного количества электроэнергии требуется значительная площадь солнечных панелей.

Для решения указанной проблемы в настоящее время применяются комбинированные солнечные установки, концентраторы, а также функциональные покрытия приемной поверхности. Последний способ представляется наиболее перспективным, так как предполагает увеличение КПД без увеличения площади приемной поверхности.

Одним из методов, используемых для создания функциональных покрытий, является модификация принимающей поверхности ФЭП плазмонными наночастицами, уникальность которых основана на явлении поверхностного плазмонного резонанса (ППР).

Возбуждение ППР заключается в следующем: переменное электрическое поле электромагнитной световой волны смещает свободные электроны и создает нескомпенсированные заряды около поверхности частицы, а также соответствующие возвращающие силы, и, если размеры частицы меньше длины волны излучения, электроны начинают совершать когерентные колебания, то есть образуется поверхностный плазмон. Если указанные колебания совпадают с частотой падающего света, то наблюдается резонансное поглощение и рассеяние света, получившее название ППР [2, 3].

Цель настоящей работы состоит в исследовании существующих методов формирования функциональных покрытий приемной поверхности фотоэлектрических преобразователей и возможности применения новых методов.

В докладе на основании анализа литературных источников и патентной информации представлены существующие методы формирования функциональных покрытий приемной поверхности ФЭП, их достоинства и недостатки. Предложен новый способ, основанный на модификации принимающей поверхности ФЭП плазмонными наночастицами.

Список литературы:

1. Солнечная энергетика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://portal.tpu.ru/SHARED/n/NASA/Education/NiVIE/Tab/p2.pdf.

2. Копицын Д.С. Прикладные аспекты синтеза и применения плазмонных наноматериалов: дис.... канд. техн. наук: 02.00.11. – РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, 2016 – 164 с.

3. Магнетронно-лазерное осаждение диэлектрических покрытий с наноразмерными металлическими частицами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ppt-online.org/367005.

Получение защитных фторуглеродных покрытий при помощи плазмотрона атмосферного давления в динамическом режиме нанесения

Цыганов П.С., Лавренов В.И., Курносов М.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
МАИ, Москва
cps3105199743@gmail.com

В настоящее время стремительными темпами растет интерес к углеродосодержащим покрытиям. Так как такие покрытия являются хорошей защитой изделий радио- и оптоэлектроники от различных внешних факторов, таких как влажность, коррозия и негативные для этих изделий излучения. Все эти факторы отрицательно влияют на работоспособность электронных компонентов. Для нанесения углеродосодержащих покрытий используется Низкочастотный (НЧ) плазмотрон атмосферного давления. Он, в отличие от способа нанесения в вакууме, обладает следующим преимуществом – убирается необходимость вакуума, вследствие чего тратится меньше времени и средств на его работу. В качестве газового разряда был выбран дуговой газовый разряд в виде плазменной струи атмосферного давления, так как она позволяет производить обработку с минимальным влиянием окружающей среды. Однако, из-за выбранного типа газового разряда вытекает недостаток: покрытия могут наноситься на субстрат только локально. Именно поэтому наш

плазмотрон атмосферного давления был монтирован на установку с ЧПУ для прецизионного контроля геометрических параметров нанесения.

Целью данной работы было исследование производимых покрытий на основе фторуглерода на различных материалах подложки, в том числе и полимерных, при помощи НЧ плазмотрона атмосферного давления для изделий оптоэлектроники.

Для достижения этой цели была собрана установка на базе ЧПУ, содержащая в себе НЧ плазмотрон низкотемпературной плазмы атмосферного давления и газовый блок для одновременной или поочередной подачи плазмообразующего, транспортного и пленкообразующего газов. Динамический режим нанесения представляет собой постепенное перемещение плазмотрона по подложке в горизонтальном и вертикальном направлении «по рядам», это создаст наиболее равномерное формирование пленки на субстрате. В качестве плазмообразующего/транспортного газа был выбран гелий (He)/ аргон (Ar), а в качестве пленкообразующего газа был выбран циклогексан (C6H12). В качестве субстрата (подложки) был выбран монокристаллический кремний и полиэтилентерефталат. Основными технологическими параметрами являлись: расстояние плазмотрон-подложка (15 – 21 мм), скорость обработки (1 – 3 мм/сек) и шаг обработки (3, 4 мм). Суммарный газовый поток составлял 7,1 л/м (плазмообразующий 6 л/м, транспортный и циклогексан суммарно 1,1 л/м).

В результате исследования была показана возможность формирования фторуглеродных покрытий в динамическом режиме нанесения. Было установлено влияние технологических параметров процессов нанесения на физические свойства

сформированных покрытий. В частности, было показано, что толщина углеродных покрытий линейно зависит от расстояния плазмотрон-подложка, скорости нанесения и шага обработки. Ведь если брать большее расстояние, то будет происходить диффузия заряженных частиц в окружающую среду с последующей рекомбинацией их заряда. Рабочая температура находится в диапазоне 40 – 45◦C и не приводит к деструкции полимерного материала. Использование в качестве плазмообразующего газа Ar позволило добиться значительного увеличения толщины полученных покрытий по сравнению с He, 850 нм и 200 нм соответственно при одинаковых технологических параметрах нанесения. Проанализировав спектры, был сделан вывод, что в видимом диапазоне света [380-740 нм], покрытие является практически никак не влияет на фотопоглощение, что хорошо для применения покрытия в оптоэлектронике. При расстоянии плазмотрон-подложка 15 — 18 мм покрытие показывает себя наиболее стабильно. Также в диапазоне УФ излучения [10-379 нм] наблюдается намного меньшее поглощение в определенной области ввиду разных химических свойств фторуглеродного покрытия.

Электрохимическое осаждение металлов на углеродное волокно для применения в качестве электродного материала литий-ионного аккумулятора

Цырков Р.А., Коробейников Е.В., Ковалев И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
poma1992@yandex.ru

Ежегодно в мире увеличивается спрос на электронные устройства, работающие от встроенных в них источников энергии. Основные требования, выдвигаемые потребителем к таким устройствам – высокая вычислительная мощность, длительный срок работы без подзарядки и малый вес. Исходя из этого перед производителями литии-ионных аккумуляторов (ЛИА) ставятся задачи – повышения плотности энергии ЛИА, уровня безопасной эксплуатации и снижения времени зарядки.

Одно из направлений по решению этих задач – поиск и разработка универсальных электродных материалов. Такие материалы должны сочетать в себе ряд важных характеристик, таких как: высокая удельная площадь поверхности при малом весе; высокая

пористость материала и правильная геометрия структуры пор; высокая электрическая проводимость по всей его поверхности; широкий диапазон рабочих температур.

Перспективным типом материалов, способным в промышленном масштабе сделать шаг вперёд в разработке качественно новых ЛИА, может стать углеродное волокно. В литературе [1] уже описаны способы разработки ЛИА с материалом электродов, сделанным из углеволокнистого сорбента «Бусофит». Развитие идеи применения углеродного волокна в качестве электродного материала привело к разработке технологии формирования проводящего металлического слоя на поверхности нитей углеродного волокна методом магнетронного распыления [2].

Предложенный способ модификации материала, оказывает положительное влияние на его характеристики, в частности снижается ESR и поверхностное сопротивление, а также увеличивается площадь поверхности материала и улучшается электрический контакт между электродным материалом и токосъёмником.

Альтернативой данному способу металлизации поверхности углеродного волокна может являться электрохимическое осаждение меди из раствора сульфата меди CuSO4. В литературе [3] описана методика осаждения одновалентной меди на поверхность углеродного волокна с предварительной обработкой материала до и после меднения и влиянием обработки на скорость металлизации.

В рамках данной работы проведено электрохимическая металлизация углеродной ткани марки «твил 2/2 3К-1200-200» и углеволокнистого сорбента «Бусофит» марок УВИС-АК-Т-0,45, Т-040 и Т-040 с металлизированным покрытием из титана, нанесенным методом магнетронного распыления.

В результате опыта металлизированное покрытие было сформировано на всех исследуемых материалах. У углеродной ткани «твил» покрытие нанесено равномерно по всей площади металлизируемой поверхности. На Бусофите всех типов покрытие сформировалось неравномерно, а именно остаются плохо металлизированные или совсем не металлизированные участки. Скорее всего это связано с некачественной структурой материала из-за которой электрическая проводимость идёт не по всей площади, а по отдельным волокнам, имеющим контакт друг с другом. Это подтверждается и измерением поверхностного сопротивления (Rпов) материалов. У металлизированных участков Rпов ≈ 1,5 мОм/□, в то время как у не металлизированных участков Rпов ≈ 20 Ом/□.

Список литературы:

1. Ву Дык Хоан, В.В.Слепцов. Анализ конструктивно-технологических решений создания конденсаторных структур и теоретические исследования предельнык значеный энергоемкости. Международный научно-исследовательский журнал. № 10-2(41) 2015 г. 31-38.

2. В.В. Слепцов, С.Н. Куликов, Д.Ю. Кукушкин, Р.А. Цырков, Ву Дык Хоан. Вакуумная технология формирования тонкоплѐночных покрытий на поверхности высокопористых материалов конденсаторных структур. X международная научно-техническая конференция «Вакуумная техника, материалы и технология» № X – 2015. С. 259-263

3. Л. А. Рахметулина, И. Ю. Гоц, С. М. Закирова. Влияние предварительной обработки поверхности углеродного волокна на скорость металлизации при химическом меднении с последующим осаждении на композитную основу. «Вестник казанского технологического университета», 2012, том: 15, № 15, с 145-148

Исследование оптических свойств фторуглеродных покрытий, полученных ионно-плазменным методом при атмосферном давлении

Черняева И.Ю., Мурныкина В.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
МАИ, Москва
irinachernyaeva2000@yandex.ru

С расширением областей применения различных высокотехнологичных устройств, все больше растёт необходимость защиты их электронных компонентов от негативных

воздействий окружающей среды, среди которых повышенная влажность и микробиологическая активность. Особого внимания заслуживают оптоэлектронные компоненты, в составе которых нередко встречаются полимерные материалы корпусных и активных элементов. Для создания защитных покрытий широкое распространение получили методы аэрозольного покрытия и ионно-плазменного нанесения в вакууме. За последнее время всё больше работ посвящается использованию плазмы атмосферного давления, благодаря простоте управления технологическими процессами и отсутствию необходимости создания и поддержания вакуума. Поэтому в настоящей работе будет рассмотрено применение плазмотрона атмосферного давления для получения тонкослойных углеродосодержащих защитных пленок, при помощи плазмы атмосферного давления. Использование углерода обусловлено его уникальной структурой и высокой прочностью его соединений. Углеродсодержащие покрытия могут иметь большой спектр свойств, изменяющихся в широких пределах, в зависимости от используемых методов формирования. Подобный углеродосодержащий защитный слой предотвратит разрушение материала бактериями, а также придаст необходимые свойства, например, оптические.

В данной работе была использована экспериментальная установка, состоящая из низкочастотного плазмотрона атмосферного давления низкотемпературной плазмы и газового блока для подачи смеси плазмообразующего и транспортного газа (гелий и аргон) и пленкообразующего газа (пары циклогексана). Процесс формирования покрытий зависит от таких факторов как: используемый плазмообразующий и транспортный газ, расстояние между подложкой и плазматроном и время нанесения. Формирование углеродосодержащих покрытий производилось на подложки из полимерных материалов и монокристаллического кремния, а именно на полистирол.

В ходе изучения полученных экспериментальных образцов, обработанных при различных технических параметрах, было установлено, что скорость роста фторуглеродных покрытий линейно зависит от скорости нанесения и расстояния плазмотрон-подложка, а именно по мере уменьшения скорости и расстояния между подложкой и плазмотроном, толщина полученного покрытия будет расти. При изучении оптических свойств было установлено, что интенсивность, показанная на спектре поглощения прямо пропорциональна расстоянию плазмотрон-подложка, пики спектров всех образцов попали примерно на 310 нм, а после данной величины волны, спектры полученных покрытий имеют практически схожий характер. Также рассчитав запретную зону по методу Тауца фторуглеродных покрытий, мы получили величину в среднем равную 4,38+-0,02 эВ, что соответствует диэлектрическому материалу. Полученные покрытия целесообразно применять для изделий оптоэлектронного характера. В дальнейшем будут рассмотрены такие параметры как нанотвёрдость и краевой угол смачивания.

Высокоёмкие тонкодисперсные катодные материалы для гибридных источников питания

Чжо Зо Лвин
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва
kyawzawlwin12390@gmail.com

Характеристики систем накопления энергии в значительной степени зависят от электродных материалов. Необходимо, чтобы электродные материалы удовлетворяли следующим требованиям: высокой удельной энергоемкостью, хорошей обратимостью электродных процессов (циклируемостью), высокой электропроводностью, высокой скорости диффузии лития.

В настоящее время в качестве катодных материалов литий-ионных аккумуляторов применяются соединения, которые по типу кристаллической структуры можно разбить на три группы: слоистые оксиды LiCoO2, LiNi0,8Co0,15Al0,05O2 и LiNixCoyMnzO2, шпинель LiMn2O4 и оливиноподобный феррофосфат LiFePO4. Предпринимались неоднократные

попытки усовершенствовать активные материалы электродов литий-ионных аккумуляторов. Что касается усовершенствования материалов положительных электродов, то первым шагом было создание целого ряда замещённых оксидов. Самый простой пример — это материалы общей формулы LiNiyCo1−yO2 где 0<y<1. Предложены и многочисленные более сложные материалы, например, LiSr0,002Ni0,9Co0,1O2, Li8(Ni5Co2Mn)O16, LiAlyCo1-yO2, LiCo1-yFeyO2, Li2/3(Ni1/3Mn2/3)O2, Li1+xNiMgxO2+2x, LixNi1-yFeyO2 при y < 0,1 и др. Все эти приемы позволяют несколько увеличить удельную емкость активного материала и улучшить его циклируемость, т.е. повысить стойкость к необратимым изменениям структуры [1,2].

Большая часть используемых в портативной электронике литий-ионных электрических аккумуляторов изготавливается с применением положительного электрода из кобальтата лития. LiCoO2 имеет теоретическую емкость около 270 мАч/г, когда все атомы Li извлекаются из материала, но практическая емкость достигает только 130-150 мАч/г. Сложный оксид LiCoO2 обладает слоистой структурой, в которой ионы лития и кобальта упорядочены в чередующихся плоскостях. Наличие плоскостей, занятых исключительно ионами лития, обеспечивает возможность почти полного извлечения щелочного металла и тем самым применимость данного соединения в качестве катодного материала в химических источниках тока. [3]

В связи с тем, что механизм накопления электрической энергии в ХИТ и СКС с физической точки зрения один и тот же, а конструктивно-технологические решения различны (в первом случае химическая реакция, а во втором случае накопление энергии в двойной электрической слоем) появляется возможность объединить конструктивные решения и создать гибридный источник питания. Такое решение позволит увеличить удельную энергоемкость накопителя энергии с одновременным ростом его удельной мощности в едином источнике питания.

С ростом энергоемкости ХИТ и СКС происходит увеличение поверхностного натяжения, величины электрического заряда и напряженности электрического поля. Эти факторы циклически варьируются в широких пределах в процессе работы. Поэтому к перспективным электродным материалам для ХИТ и СКС, кроме высокой электропроводности, предъявляются требования по максимальной механической прочности и стабильности свойств при возникновении знакопеременных нагрузок в процессе функционирования.

Список литературы:

1. H. Jiang, J. Ma and C. Z. Li. Mesoporous carbon incorporated metal oxide nanomaterials as supercapacitor electrodes. Adv. Mater. 2012 г., Т. 24.

2. D.L. Yan, Z.L. Guo, G.S. Zhu, Z.Z. Yu, H.R. Xu and A. B. Yu. mno2 film with three-dimensional structure prepared by hydrothermal process for supercapacitor. J. Power Sources. 2012 г., Т. 199.

3. S. C. Pang, B. H. Wee and S. F. Chin, Int. J. Electrochemistry. 2011 1 397685

Антимикробные и грибостойкие покрытия для защиты полимерных материалов от биодеструкции

Щур П.А., Рудаков Т.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
ГНЦРФ ВИАМ, МАИ, Москва
shur-pavel@mail.ru

Полимерные материалы широко применяются в аэрокосмическом комплексе, микро- и нано электронике, медицине, а также в других сферах науки и техники. Однако, при взаимодействии с окружающей средой на полимерах могут образовываться биопленки, вследствие этого происходит биодеструкция полимерного материала. Этот факт существенно ограничивает сферу применения полимеров и сокращает их сроки службы.

В настоящее время для защиты полимерных материалов широко применяются несколько типов антимикробных и грибостойких покрытий, основными из которых являются:

1. Наноструктурированные покрытия, вызывающие механическую деструкцию клеток микроорганизмов.

2. Антиадгезионные покрытия, препятствующие формированию первичного матрикса;

К первому типу покрытий (с механической деструкцией клеток) можно отнести:

– многокомпонентное нанокомпозиционное покрытие для металлических, полимерных и природных костных имплантатов с антибактериальным эффектом TiCaP-CON-Ag [1], предназначенных для замены поврежденных участков костной ткани. Покрытие выполнено на основе карбонитрида титана с введением дополнительных элементов (Ca, Zr, Si, K, MnO при соответствующей концентрации), улучшающих механические и трибологические свойства покрытия, а также обеспечивающие его биоактивность, биосовместимость и нетоксичность.

– покрытие из наностолбцов оксида цинка высотой 60-100 нм на подложках из стекла, керамики, титана и цинка. Гибель бактерий происходит вследствие механического повреждения клеточных мембран наностолбцами цинка. Так же было обнаружено, что бактерицидная активность полученных наноструктурированных поверхностей зависит от подложки. При использовании цинковой фольги она была на несколько порядков выше [2].

Ко второму типу покрытий (антиадгезионные) можно отнести:

– покрытия с углеродными нанотрубками и углеродными нановолокнами. Данное покрытие может использоваться для изготовления внутрикостного стоматологического имплантата. Углеродное покрытие представляет собой углеродные нанотрубки и углеродные нановолокна диаметром 50-200 нм, обладающие наибольшим биоактивным эффектом [3].

– фторуглеродное покрытие с углеродным подслоем на полимерах, полученное путем ионной обработки и последующего нанесения в вакуумной камере в два этапа, использовалась смесь газов CF4 + C6H12 [4]. На первом этапе проводилась обработка ионами CF4. На втором этапе производилось нанесение углеродного подслоя, на третьем — фторуглеродной пленки из плазмообразующей смеси CF4+C6H12 с различным соотношением газов в смеси. Испытания на стойкость модифицированного полимерного материала к воздействию плесневых грибов проводились согласно ГОСТ 9.049-91. Данное покрытие может быть использовано для защиты полимерных материалов микроэлектроники от биодеструкции, а также в аэрокосмических комплексах и пищевой промышленности, также данное покрытие может быть использовано для защиты RFID меток, а также для поддержания чистоты поверхностей в «чистых комнатах».

Антиадгезионные покрытия по отношению к микроорганизмам более перспективны для использования, чем покрытия, вызывающие механическую деструкцию клеток микроорганизмов. Они полностью исключают необходимость повторной очистки поверхности от продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, так как микроорганизмы лишаются возможности адгезироваться, что ведет к уменьшению трудоемкости использования таких покрытий и уменьшению экономических затрат.

Список литературы:

1. Штанский Д.В., Левашов Е. А., Батенина И. В., Кирюханцев-Корнеев Ф.В., Шевейко А.Н. Многокомпонентное биоактивное нанокомпозиционное покрытие с антибактериальным эффектом. Российский патент RU2524654C1, 2014.

2. Yi G., Yuan Y., Li X., Zhang Y. ZnO Nanopillar Coated Surfaces with Substrate-Dependent Superbactericidal Property. Small. 2018. V.14 (14), e1703159. Doi:10.1002/smll.201703159.

3. Рубштейн А.П., Владимиров А.Б., Плотников С.А., Пушкарь С.С. Способ изготовления внутрикостного стоматологического имплантата с углеродным нанопокрытием. Российский патент RU2571559C1, 2015.

4. V M Elinson, P A Shchur and O A Silnitskaya Multifunctional polymer materials with antifungal activity, modified by fluorocarbon films by methods of ion-plasma technology // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1121 (2018) 012012

Направление №5 Ракетные и космические системы

Секция №5.1 Механика космического полёта и проектно-баллистический анализ летательных аппаратов

Использование аэродинамического торможения для коррекции точки приземления возвращаемой первой ступени ракеты-носителя

Апарин М.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Юдинцев В.В.
Самарский университет, Самара
maxim.aparin2000@gmail.com

Одним из способов снижения стоимости выводимого полезного груза и повышения экологической безопасности ракет-носителей является использование возвращаемых ступеней РН, что позволяет повторно использовать ступень и сократить количество элементов конструкции РН, падающих на землю в процессе выведения. Наибольших успехов в этом направлении добилась компания SpaceX, которая разработала и успешно реализовала мягкую посадку первой ступени РН Фалькон 9. Возвращение ступени выполняется по ракетно-динамической схеме с повторным включением двигателей. Для управляемого входа в атмосферу используются газовые двигатели, использующие качестве рабочего тела газ, находящийся в специальных шар-баллонах.

В представленной работе рассматривается альтернативная способ управления угловым движением РН, использующий в качестве рабочего тела газифицированные остатки топлива возвращаемой первой ступени, что позволяет значительно увеличить продолжительность работы газовых сопел и использовать их для обеспечения повторного запуска двигателя I ступени и для поддержания движения ступени с заданным углом атаки при движении в разреженных слоях атмосферы для воздействия на движения центра масс ступени посредством аэродинамических сил для коррекции точки приземления.

Рассматривается движение возвращаемой первой ступени лёгкой РН после отделения. После отделения от РН запускается система газификации остатков топлива, и реактивные газовые сопла используются для создания положительной перегрузки, прижимающей горючее и окислитель к днищам баков ступени, обеспечивая условия последующего повторного запуска двигателя.

Сопла управления угловым движением используются для разворота блока двигателем в сторону набегающего потока. До входа в плотные слои атмосферы сопла управления угловым движением поддерживают заданный угол атаки ступени, определяемый из условия приведения возвращаемой ступени в точку мягкой посадки. Заданный угол атаки поддерживается до момента входа в плотные слои атмосферы. При входе в плотные слои атмосферы включается двигатель торможения, а реактивные сопла поддерживают нулевой угол атаки ступени.

В работе получены зависимости смещения точки приземления ступени в зависимости от угла атаки ступени при её движения до включения двигателя торможения. На примере возвращаемой ступени легкой РН с начальной массой ступени после отделения 10 тонн показано, что при давлении в баках не менее 5 атм, газовые сопла с тягой 5 кН обеспечивают разворот блока на 180 градусов за 12 секунд. Газовые сопла обеспечивают движение с углом атаки до 30 градусов при скоростном напоре не более 16 кПа, что позволяет изменить положение точки приземления на 3 км вдоль трассы полёта.

Список литературы:
1. Пат. 2414391 Рос. Федерация. МПК B 64 D1/2б, B 64 C 15/14. Способ спуска отделяющейся части ступени ракеты космического назначения и устройство для его осуществления / Трушляков В. П., Куденцов В. Ю.. Шатров Я. Т., Агапов И. В. № 2009123768/11; заявл. 22.06.09, опубл. 20.03.11. Бюл. № S.
2. Д. Баранов, К. Жариков, В. Трушляков, Я. Шатров Сравнительный анализ экологической безопасности отделяющихся частей ракет-носителей с жидкостными ракетными двигателями при различных концепциях проектирования // Космонавтика и ракетостроение, 2019, 1 (106), С. 116 – 130.
3. V. Trushlyakov, Ya. Shatrov, B. Sujmenbaev, D. Baranov The designing of launch vehicles with liquid propulsion engines ensuring fire, explosion and environmental safety requirements of worked-off stages//Acta Astronautica. – 2017. – Vol. 131. – pp. 96-101. DOI: 10.1016/j.actaastro.2016.11.031
4. Д. Баранов, В. Трушляков, Я. Шатров Исследование параметров процессов испарения невырабатываемых остатков жидкого топлива в баках отделяющейся части ступени РН// Космонавтика и ракетостроение, 2019, 4 (109), С. 117-128

Разработка программно-баллистического обеспечения перелёта космического аппарата на окололунную орбиту

Бондаренко Ю.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Константинов М.С.
РУДН, Москва
bondarenko.yua@gmail.com

Анализируется следующая транспортная проблема. Космический аппарат находится на низкой околоземной круговой орбите с заданными высотой, наклонением орбиты. Необходимо перевести его на низкую окололунную полярную (с наклонением 90 градусов к плоскости лунного экватора) орбиту.

Разработан программный комплекс, при помощи которого эта задача решается в первом приближении. Язык разработки: C. Входные данные: наклонение и высота низкой околоземной орбиты, с которой осуществляется старт космического аппарата (далее – КА) для полёта к Луне, координаты Луны в геоцентрической экваториальной системе координат, её скорость в той же системе в момент выхода КА на окололунную орбиту. Выходные данные: характеристики точки старта КА с околоземной орбиты, вектор необходимого импульса скорости для перехода на орбиту перелёта, характеристики гиперболы подлёта КА к Луне, величина необходимого тормозного импульса скорости для выхода на орбиту искусственного спутника Луны, оценка времени перелёта. Эти выходные данные записываются в выходной текстовый файл. Данные программы можно использовать для дальнейшего анализа с использованием численного решения задачи трёх или более тел (численного интегрирования уравнений движения аппарата в системе Земля-Луна-Солнце-аппарат). Программный комплекс разработан с эффективным использованием ресурсов ПК.

Работа программного комплекса осуществляется за счёт простого и понятного алгоритма расчёта, основанного на методе грависфер нулевой протяженности (грависфер точечного действия) [3, 4]. При проектировании орбиты перелёта пренебрегаем протяженностью грависферы Луны. Положение плоскости начальной орбиты КА находится из условия принадлежности его орбиты геоцентрического радиус-вектора Луны, что позволяет нам вычислить долготу восходящего узла перелётной орбиты КА. Аргумент широты точки старта получим из предположения об угловой дальности геоцентрического перелёта к Луне, равной 180 градусам [3]. Далее находятся координаты точки старта и импульс скорости для перехода КА с начальной околоземной орбиты на перелётную орбиту [4]. Затем определяется гиперболический избыток скорости КА, который и позволяет провести анализ селеноцентрического участка траектории [3, 4, 5], совершается переход к селеноцентрической

экваториальной системе координат и рассчитываются параметры гиперболической траектории КА [1, 2, 5] и тормозной импульс скорости [1, 2, 3].

Список литературы:

1. Дубошин Г.Н. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике. М., 1976
2. Егоров В.А. Пространственная задача достижения Луны. М., 1965
3. Охоцимский Д.Е., Сихарулидзе Ю.Г. Основы механики космического полёта. М., 1990
4. Константинов М.С., Каменков Е.Ф., Перелыгин Б.П., Безвербый В.К.; Под ред. Мишина В.П. Механика космического полёта: Учебник для втузов, М., 1989
5. Martikan F., Santora F. Volume 2 — Lunar Flight Handbook Part 2 – Lunar Mission Phases

Оптимальный межорбитальный перелет космического аппарата на высокоэллиптическую орбиту

Вай Я.А., Паинг Сое
Научный руководитель — к.т.н. Ельников Р.В.
МАИ, Москва
waiyanaung51214@gmail.com

Целью оптимизации является расчет программы управления вектором реактивного ускорения КА и функция переключения двигателя при перелете с заданной околоземной орбиты на высокоэллиптическую орбиту с минимальними затратами рабочего тела. Для решения задачи оптимизации используется непрямый метод, основанный на принципе максимума Понтрягина. В данной задаче уравнения движения космического аппарата записываются в инерциальной декартовой системе координат и после применения принципа максимума Понтрягина задача оптимизация сводится к двуточевой краевой задаче. Для решения краевой задачи используется метод продолжения по параметру. Для решения этой краевой задачи требуется найти начальные условия для сопряженных переменных к векторам положения и скорости КА, при которых удовлетворяются заданные конечные условия.

Для получения решения неизвестных сопряженных переменных требуется интегрировать уравнения метода продолжения по параметру. Для применения метода, требуется вычислить функцию невязок и для вычисления функции невязок численно интегрируются дифференциальные уравнения оптимального движения с заданными начальными условиями. Для вычисления частных производных от невязок по заданным начальным значениями сопряженных переменных используется метод центральных разностей. Разработана программа для решения рассматриваемой краевой задачи, проведен оптимальный перелет космического аппарата с начальной околоземной орбиты на высокоэллиптическую орбиту.

Список литературы:

1. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука, 1976.
2. Irving J.H. Low thrust flight: variable exhaust velocity in gravitational fields. (In Seifert H.S. (eds.)): Space Technology, John Wiley and Sons Inc., New York, 1959.
3. Петухов В.Г. Оптимизация межпланетных траекторий космических аппаратов с идеально-регулируемым двигателем методом продолжения // Космич. исслед. Т. 46. № 3. 2008. С. 224–237.
4. Петухов В.Г., Паинг С.Т.У., Оптимизация многовитковых траекторий межорбитального перелета с идеально-регулируемым двигателем малой тяги //Известия российской академии наук. Энергетика. № 3. 2019. С. 140–154.

Математическая модель полёта ракеты на активном участке траектории

Виссарионова Е.К.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Уразбахтин Ф.А.
ВФ ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, Воткинск
pusik-visna@rambler.ru

Основная задача при использовании ракеты – осуществить доставку полезного груза в целости и сохранности точно в цель. Полёт такой ракеты основывается на известных положениях механики, согласно которым движение любого материального тела (в том числе и ракеты) определяется начальными условиями и силами, действующими на тело в процессе движения. Для придания требуемого направления движения необходимо управлять силами, действующими на ракету. Предполагается, что все силы (кроме силы притяжения) могут быть изменены с помощью системы управления. В этом состоит идея управления полётом летательного аппарата (ЛА).

Для описания полёта ракет широко используются математические модели, основой которых являются дифференциальные уравнения [1].

Траекторию баллистической ракеты в первом приближении можно рассматривать как плоскую кривую. Эта кривая состоит из двух участков: ОА – активного участка полёта; АД – пассивного (баллистического) участка полёта.

Положение ЛА в пространстве полностью определяется углом тангажа и двумя полярными координатами (расстоянием и полярным углом) его центра масс [2].

Активный участок траектории полёта обычно состоит из участка вертикального старта и участка программного разворота. Разворота ЛА проводят по углу тангажа.

Для попадания в заданную цель в точке А ракета должна обладать определенными параметрами, которые могут рассматриваться как начальные условия для пассивного участка траектории.

Управление полётом ЛА осуществляется изменением сил и моментов, действующих на ЛА. В качестве органов управления могут использоваться: воздушные и газодинамические рули, специальные рулевые двигатели, поворотные сопла и другие. Моменты сил, возникающие при отклонении органов управления от нейтрального положения, позволяют управлять движением ЛА относительно центра масс.

Система уравнений движения ракеты на активном участке траектории в первом приближении представляет собой 9 дифференциальных уравнений с 6 неизвестными переменными[3]. Эта система учитывает действие сил тяжести, аэродинамического воздействия, управляющих моментов, а также силу тяги.

Интегрирование этой системы позволяет найти искомые функции времени угла тангажа и полярных координат центра масс, определяющих движение ЛА в вертикальной плоскости.

В результате проведения расчетов получены графики зависимости скорости, перегрузки и скоростного напора от времени, которые позволяют осуществлять сопровождение действительного полёта ракеты.

Таким образом, изменяя значения управляющих воздействий и варьируя значениями неизвестных переменных можно придать ракете необходимое направление движения.

Список литературы:

1. Гречух, И.Н. Расчет траектории баллистических ракет[Текст]/И.Н.Гречух, Л.И.Гречух. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. – 36 с.

2. Гринберг, В.Н. Идентификация проектных параметров баллистических ракет: Учеб. пособие/ В.Н. Гринберг, В.Г. Толмачев, С.Н. Храмов, Б.А. Якинмович. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2002. – 180 с.

3. Самарский, А.М. Теория полёта[Текст]/А.М. Самарский, В.В. Чернов. – Москва: Изд-во МАИ, 1984. – 80 с.

Динамика связки буксир — космический мусор на этапе сближения

Еникеева А.А.
Научный руководитель — Пикалов Р.С.
Самарский университет, Самара
arina.enikeeva@yandex.ru

На сегодняшний день на околоземных орбитах находится большое скопление крупных и мелких объектов — отработавших ступеней ракет, закончивших своё функционирование космических аппаратов и различных обломков ракетно-космической техники, называемых космическим мусором. Столкновение действующего аппарата с ним может привести к выводу его из строя и полному разрушению. А столкновение всего двух крупных объектов на орбите может привести к стремительному росту количества крупного, мелкого и среднего космического мусора, что, в свою очередь, может привести к практической недоступности околоземного космического пространства и массовому выходу из строя существующих космических аппаратов. С каждым годом риск подобного развития событий увеличивается. Одним из перспективных способов решения данной проблемы является активное удаление с орбит крупногабаритных объектов космического мусора.

Методы увода крупногабаритного космического мусора подразделяются на две группы: пассивные — использование существующих физических полей или внешней среды для торможения космического мусора и увода его с орбиты, и активные — предполагают создание искусственного воздействия на объект космического мусора.

В данной работе рассматривается один из методов активного контактного увода крупногабаритного космического мусора с околоземных орбит — использование специального "уборщика" — космического буксира.

В работе рассматривается динамика системы буксир – космический мусор на тросовой связи на этапе сближения. То есть после установления механической связи между объектами с помощью тросовой системы. Способ закрепления троса на космическом мусоре в работе не рассматривается, мы считаем, что механическая связь уже установлена. Для изучения динамики системы построена математическая модель, включающая в себя космический мусор, моделируемый как материальная точка, буксир, рассматриваемый как твердое тело, и вязкоупругий невесомый трос, соединяющий объекты между собой. Рассматривается движение системы в плоскости орбиты. Маневр сближения осуществляется путем управления длиной троса. Записаны уравнения движения системы для случаев движения в безсиловом поле и в центральном гравитационном поле Земли. С их помощью проведена серия численных экспериментов. В развитии работы предполагается рассмотреть пространственное движение системы, добавить соответствующие координаты в модель.

Оптимальный межорбитальный перелет космического аппарата с малой тягой на геостационарную орбиту

Зо Мин Кхант, Лин Кхант Аунг
Научный руководитель — Николичев И.А.
МАИ, Москва
zawminkhant676@gmail.com

Целью оптимизационной задачи является расчет программы управления вектором реактивного ускорения космического аппарата и функция переключения двигателя при перелете с минимальними затратами рабочего тела. Для решения задачи оптимизации используется непрямый метод основанный принципа максимума Понтрягина.В рассматриваемой задаче дифференциальные уравнения движения космического аппарата, записываются в равноденственных элементах для повышения точности численного интегрирования и решение краевой задачи. Определяющим фактором в пользу данного выбора, является малость величины действующего на КА реактивного ускорения (также, как

и возмущающего), создаваемого тягой ЭРДУ по сравнению с гравитационным ускорением от притягивающего центра. Действительно, тяга современных ЭРДУ на основе стационарноплазменного двигателя (СПД) обычно не превышает порога значений в 300 мН, и, как правило, её величина составляет 40…280 мН.Для решения краевой задачи, используется эвристический алгоритм, представляющий собой модификацию эволюционной стратегии с адаптацией ковариационной матрицы. Также рассматривается постановка задачи комбинированного выведения.

Список литературы:

1. Алексеев В. М., Тихомиров В. М., Фомин С. В. Оптимальное управление. М.: Наука, 1979, 432 с.

2. Афанасьев А. П., Дикусар В. В., Милютин А. А., Чуканов С. А. Необходимое условие в оптимальном управлении. М.: Наука, 1990. 320 с.

3. Hasen N,Kern S.Evaluating the CMA evolution strategy on multimodal test functions.In Xin Yao et al., editors, Parallel Problem Solving from Nature-PPSN VIII, pages 282-291. Springer, 2004

4. Hansen N, Muller SD, Koumoutsakos P. Reducing the time complexity of the derandomized evolution strategy with covariance matrix adaptation (CMA-ES).Evolutionary Computation, 11(1): 1-18, 2003.

Межпланетные перелёты. Расчёт траектории межпланетных КА к Марсу

Ли Б.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ельников Р.В.
МАИ, Москва
ebh0314@naver.com

С 1960 года человечество запустило десятки КА на Марс, чтобы лучше узнать нашего соседа по Солнечной системе. Планируются программы для отправки пилотируемых миссий на Марс. США, Китай, Россия, Европейский Союз и другие страны планируют отправить КА на Марс в 2020 году. США стремится отправится по программе «Марс-2020» с целью доставить образцы марсианского грунта на Землю. Россия и Европейский Союз совместно работают над проектом «Exo-Mars». В отличие от США, они ориентированы на грунтозаборные устройства для изучения почвы Марса. Китай поставил перед собой цель добиться успешного полёта и посадки на поверхность Марса в автоматическом режиме.

В работе рассматривается задача проектирования оптимального импульсного перелета между круговыми орбитами Земли и Марса. Одним из важных факторов при перелете к Марсу является время перелёта к Марсу. Учитывая периоды обращения и скорости планет, на полёт к Марсу требуется около 200 дней. Страны, планирующие запуск Марса, стараются сократить это время в максимально возможной степени. Потому что сокрещение времени перелета поможет ограничить радиационное облучение астронавтов во время полёта на Марс и уменьшить количество воды, еды и других «расходных материалов», которые могут потребоваться для выполнения этой миссии.

Задача исследования траектории перелёта к Марсу КА, в рамках метода грависфер разбивается на следующие этапы:

1. Начальная гиперболическая орбита Земли (геоцентрический участок). На этом геоцентрическом участке траектория КА рассчитывается в рамках задачи двух тел «Земля – КА».

2. Гелиоцентрический участок. На этом гелиоцентрическом участке траектория КА исследуется в рамках задачи двух тел «Солнце – КА».

3. Гиперболическая орбита Марса (участок движения в грависфере Марса). На участке движения в грависфере Марса траектория КА исследуется в рамках задачи двух тел «Марс – КА».

В этой работе приведено определение даты старта от Земли и времени подлета к Марсу с использованием программы "Trajectory Optimization Tool", определение радуса-вектора и вектора скорости Земли в момент старта, а также радиуса-вектора и вектора скорости планеты назначения в момент подлета к Марсу с использованием on-line систему «Horizon», расчет

гелиоцентрической траектория маршрута «Земля-Марс» рассчитана с использованием теория Ламберта.

Список литературы:

1. Константинов М.С., Каменков Е.Ф. и др. Механика космического полёта / Под ред. В.П. Мишина. — М.: Машиностроение. 1989. — 408 с

Разработка информационного портала с возможностью анализа данных

Милютина А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Пегачкова Е.А.
МАИ, Москва
bogdanovic2014@yandex.ru

Целью работы является разработка сайта [1][2][4] для Центра «Физико-математическая школа МАИ» и анализ запросов на нем. Система управления информацией на сайте должна удовлетворять требованиям сотрудников: простота в использовании, функциональность, доступность. Сайт должен содержать в себе все необходимые для учебного процесса инструменты — объявления для учеников, обновления новостей и событий, связь с директором школы, расписание занятий, даты вступительных испытаний, создание анкет для поступающих, а также система оповещений. На основе кликов и запросов [3] на сайте, формируется статистика, анализ которой предоставит возможность не блуждать по информационному полю, а сразу переходить на интересующий пользователя контент. Возможность отслеживать клики и запросы юзеров предоставляет система cookies-файлов.

С помощью математического метода машинного обучения [5] будет производиться анализ предшествующих и прогнозирование последующих действий пользователя на сайте. В обучающей выборке учитываются пользователи из Москвы и Московской области, для этого будет производиться запрос для определения геопозиции пользователя. Таким образом, оптимизируется поиск интересующей информации пользователем на сайте.

Результаты прогнозов математических методов будут представлены на боковой панели страницы сайта в разделе «Быстрые ссылки».

Список литературы:

1. Дронов В.А. Jingo: практика создания Web-сайтов на Python — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. — 528 с.: ил. — (Профессиональное программирование); с. 543-640
https://codernet.ru/books/python/django_2_1_praktika_sozdaniya_veb-sajtov_na_python/

2. Мейер Эрик А. CSS. Карманный справочник, 4-е изд.: Пер. с англ. — М.: ООО «И.Д. Вильямс» 2016. — 288 с.: ил. — Парал. тит. Англ.,; https://codernet.ru/books/css/css_karmannyj_spravochnik

3. Марин Хауэрбеке «Элегантный JavaScript», 2-е издание. Пер. с англ. -В. Голованов; с. 266-281, https://habr.com/ru/post/253101/

4. Практикум для самостоятельного решения задач, связанных с HTML, CSS и вёрсткой веб-страниц. — http://htmlbook.ru/.

5. Вьюгин В.В. «Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования» М.: 2013 г, с. 246-256; http://iitp.ru/upload/publications/6256/vyugin1.pdf

Формирование участка трассы космического аппарата вдоль земной параллели

Папиашвили Э.Д., Усатый И.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лебедев В.В.
РУДН, Москва
pap1ashvili@yandex.ru

Цель работы заключается в формировании такой орбиты космического аппарата, чтобы как можно более длительный участок трассы проходил над географической параллелью Земли. Актуальность появления новой научно-технической задачи обоснована всё более интенсивным освоением и использованием Северного морского пути, большая часть которого

пролегает в сравнительно узком диапазоне географических широт 70-77 градусов [1]. Для наблюдения за кораблями из космоса было бы идеально двигаться по орбите вдоль географической параллели 75 градусов, но такое движение запрещено первым законом Кеплера, потому что тяготеющий центр Земли не лежит в плоскости орбиты. В работе был проведён анализ условий, при которых возможно не абсолютное, а относительное движение космического аппарата вдоль географической параллели на части своей орбиты и трассы [2]. Такое движение связано с суточным вращением Земли вокруг своей оси. Первым условием решения новой задачи является вытянутая эллиптическая орбита космического аппарата с эксцентриситетом, близким к единице. В частности, при моделировании конкретной орбиты эксцентриситет предполагался равным 0,95. В соответствие со вторым законом Кеплера космический аппарат в апогее движется медленнее, чем в перигее. В окрестности апогея высокоэллиптической орбиты космический аппарат практически зависает над вращающейся Землёй и начинает двигаться по трассе с востока на запад, то есть в обратном направлении при прямой схеме выведения на орбиту с запада на восток. Чтобы участок такого зависания был долгим, высота апогея должна быть большой. Например, с помощью третьего закона Кеплера и закона Всемирного тяготения была изучена орбита с высотой апогея приблизительно 70000 км над поверхностью Земли и с периодом обращения по ней космического аппарата 24 часа, то есть геосинхронная орбита. Через сутки и Земля, и космический аппарат возвращаются в исходное положение, поэтому трасса в виде петли с почти горизонтальным участком вдоль географической параллели повторяется. Географическая широта целевого участка трассы космического аппарата равна наклонению плоскости орбиты к плоскости экватора Земли. Задавая наклонение орбиты, можно заранее определить необходимую географическую параллель, над которой произойдёт длительное зависание космического аппарата с целью дистанционного зондирования Земли [3]. Так как длительное зависание космического аппарата на высокоэллиптической орбите происходит в окрестности точки апогея, то горизонтальный участок трассы тоже будет сравнительно долгим. В частности, в рассмотренном примере такой целевой горизонтальный участок трассы суточной орбиты продолжается приблизительно 18 часов, тогда как дугообразное движение космического аппарата к началу этого участка происходит за 6 часов. Недостатком предложенной орбиты является большое удаление от поверхности Земли в окрестности точки апогея, то есть на горизонтальном участке трассы. Но для выполнения ряда целевых задач большие расстояния в космическом пространстве не являются помехой, например, для радиотрансляции, радиозондирования, оптической связи и т.д. Для подтверждения правильности полученных результатов было проведено компьютерное моделирование движения космического аппарата по предложенной высокоэллиптической орбите. Был проведен сравнительный анализ полученных данных с аналогом — высокоэллиптической орбитой космического аппарата "Молния", имеющего период обращения около 12 часов. Спутник связи "Молния" в окрестности точки апогея зависает над широтой 63,4 градуса, равной наклонению плоскости орбиты, приблизительно на 8 часов, поэтому группировка из трёх таких космических аппаратов способна обеспечить радиосвязь между западными и восточными районами России. Предложенная геосинхронная орбита позволяет с помощью двух космических аппаратов постоянно наблюдать, например, районы географической параллели 75 градусов в окрестности Северного морского пути. Таким образом, цель работы достигнута. Особенности орбитального движения космических аппаратов позволяют сформировать орбиту с трассой, длительный участок которой пролегает вдоль заданной географической параллели Земли.

Список литературы:

1. Меньшиков В.А., Перминов А.Н., Урлич Ю.М. Глобальные проблемы человечества и космос. – М.: «Изд.МАКД», 2010. – 570 с.

2. Акимов А., Гриценко А., Степанов А., Чазов В. Особенности построения и эксплуатации орбитальных группировок систем спутниковой связи / Спутниковая связь и вещание, 2016.

3. Папиашвили Э.Д., Усатый И.В. Дистанционное зондирование Земли по её географической параллели / Наука и инновации в технических университетах: Материалы Тринадцатого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых учёных 23-25 октября 2019 г. — СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. — 169 с. — ББК 30.1 Н34. — Секция "Информационные технологии и системы". — С. 39-40. — Электронный ресурс: http://www.semicond.ru/siforum2019/Forum2019.pdf

Проектирование траектории перелета на лунную круговую орбиту

Тант Аунг Мьо
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Константинов М.С.
МАИ, Москва
aungmyothant4696@gmail.com

Традиционная постановка анализируемой проблемы такова. Перечисленные характеристики схемы перелета выбираются так, чтобы обеспечить выполнение трех граничных условий в конечной точке траектории перелета (условия выполнения транспортной задачи):

• Условие по высоте КА относительно Луны в конечной точке перелетной орбиты (она должна быть равна заданной высоте);

• Условие на угол между селеноцентрическим радиусом вектором КА и вектором его селеноцентрической скорости в конечной точке перелетной орбиты в конечной точке траектории перелета на окололунную орбиту (он должен быть равен 90 градусов);

• Условие на направление скорости в конечной точке перелетной орбиты (направление скорости должно обеспечить требуемое наклонение окололунной орбиты к плоскости лунного экватора (в рассмотренном примере наклонение окололунной орбиты считается равным 90 градусов).

Традиционная постановка математически формулируется как задача на условный экстремум в пространстве пяти неизвестных компонент вектора x с тремя перечисленными ограничениями типа равенства g(x)=0. Критерием оптимизации рассматривается или суммарный импульс скорости, или импульс скорости в окрестности, обеспечивающий переход КА на окололунную орбиту f(x). Он минимизируется

В настоящей работе используется другая постановка задачи. Используя то обстоятельство, что за счет выбора вектора импульса скорости в окрестности Луны можно обеспечить изменение и величины, и направления скорости КА, удается сократить число условий, обеспечивающих выполнение транспортной задачи с трех до одного. Таким условием является требуемая высота КА над поверхностью Луны в конечной точке перелетной траектории. При этом задача формулируется как задача на условный экстремум в пространстве тех же перечисленных выше параметров схемы перелета x с одним условием типа равенства, обеспечивающим высоту конечной орбиты.

Преимущество предлагаемой постановки задачи над традиционной постановкой связано прежде всего со следующим обстоятельством. Используемый метод проекции градиента требует вычисление обратной матрицы от некоторой матрицы V, полученной произведением матрицы (матрицы производных от вектора ограничений по компонентам выбираемого вектора x) на транспонированную M*: При этом размерность обращаемой матрицы равна размерности вектора ограничений. Так как в традиционной постановке размерность вектора ограничений равна трем, то обращение матрицы оказывается довольно трудоемкой операцией. Предлагаемый подход существенно упрощает вычислительную процедуру. Так как размерность вектора ограничений равна единицы, то V оказывается скаляром и метод проекции градиента описывается соотношением, не включающим операцию обращения матрицы.

Разработанный алгоритм включает два этапа. На первом этапе находится такой набор параметров схемы перелета, который удовлетворяет единственному рассматриваемому ограничению типа равенства. То есть находится решение одного уравнения с пятью

неизвестными. При этом обеспечивается выполнение одного условия типа неравенства (которое контролирует не попадание КА в Луну на траектории перелета). Задача решается с использованием алгоритма Левенберга-Марквардта. На втором этапе исследования используется метод проекции градиента, обеспечивающий оптимизацию схемы перелета при удовлетворении единственного ограничения типа равенства.

При анализе положение и скорость небесных тел определяются с помощью эфемероидного обеспечения DE-405. Траектория КА рассчитывается с учетом гравитационного влияния Земли, Луны и Солнца, то есть рассматривается задача четырех тел. При этом учитывается вторая зональная гармоника гравитационного потенциала Земли.

Исследование ракет-носителей сверхлегкого класса для системы воздушного старта

Тихонов В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блатиков Г.А.
МАИ, Москва
vladislav.tix@mail.ru

На смену сегодняшним многотонным спутникам приходят микро- и наноспутники (до 100 кг и 10 кг соответственно). Выводить на орбиту такие аппараты современными ракетами будет экономически целесообразно, когда это будет кластер — десятки и сотни КА, которые называют «роем», а также распределенным КА. А вот пополнение отказавшего КА, наращивание группировки менее десятка КА буде целесообразно уже не большими ракетоносителями (РН), а прицельная «стрельба», в указанное в время и место, а малыми и микроносителями, которые сейчас относятся к сверхлегкому классу. Либо это будет быстрое оперативное развертывание малой группировки над определенной территорией, когда время ограничено на подготовку РН, а малые и микроРН (МКР) обладают свойством быстрой оперативной готовности к пуску. Роль средства выведения, как показывает анализ мирового развития этого класса РН, тенденции их применения, могут взять на себя ракеты сверхлегкого класса с ПУ воздушного базирования (ВБ).

Задачи исследования выведение низкоорбитальных легких спутников различных систем связи, дистанционного зондирования поверхности Земли и атмосферы; выведение практически на любые околоземные орбиты легких спутников для исследований Земли, околоземного и околосолнечного пространства; выведение на высокие круговые высокоэллиптические и геостационарные орбиты легких телекоммуникационных спутников, спутников наблюдения и навигации.

Объектом исследования возможность запусков без строительства дорогостоящих стартовых сооружений, гибкость в выборе точки старта, включая приэкваториальные широты, позволяющую обеспечить всеазимутальные наклонения орбит без выделения дополнительных зон отчуждения для падения отработавших ступеней, возможность установки спутников на ракету на территории, наиболее приближённой и удобной заказчику пуска.

Разработка математической модели инспекции вышедших из строя спутников, движущихся по низким круговым орбитам

Уперчук Р.А., Сачук Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шулепов А.И.
Самарский университет, Самара
uperchuk.roman@yandex.ru

В настоящее время в космическое пространство выводится огромное количество спутников с хозяйственными, военными и научно-исследовательскими целями. В случаях отказов, когда установить причину выхода из строя при помощи средств наземного комплекса

управления затруднительно, возможным решением является запуск аппарата-инспектора с бортовыми средствами диагностики.

Аппарат-инспектор выводится ракетой-носителем на опорную круговую орбиту, компланарную орбите спутника, приближается к спутнику и выполняет полёт вокруг него по витку циклоиды, после чего возвращается на исходную орбиту. В определённых случаях аппарат-инспектор может не выводиться сразу на компланарную орбиту, в связи с чем потребуется подача импульса для изменения наклонения орбиты.

Инспекция является сложным движением, в котором переносным выступает движение спутника относительно центра Земли, а относительным – движение аппарата-инспектора относительно спутника. Выполняется дискретизация витка циклоиды, увеличение количества точек способствует повышению точности расчёта. Каждую точку траектории можно представить как точку компланарной круговой орбиты, и приращение скорости для перемещёния между двумя точками равно сумме двух слагаемых. Первое слагаемое – приращение скорости, необходимое для перелёта между двумя условными круговыми орбитами по промежуточному эллипсу, что рассчитывается по элементарным формулам механики космического полёта. Второе слагаемое – приращение, необходимое для изменения вектора тяги, которое вычисляется по известным координатам точек циклоиды через формулы аналитической геометрии на плоскости. Число витков циклоиды определяется условиями конкретной задачи. Следует учитывать, что при полёте до наиболее удалённой от опорной орбиты точки тягу аппарата-инспектора необходимо увеличивать, а при возвращении на опорную круговую орбиту – уменьшать.

Затраты топлива аппарата-инспектора, необходимые для осуществления задачи, предлагается вычислять по формуле Циолковского. Расчёт выполнялся для двухкомпонентных ЖРД малой тяги: кислород-водород, кислород-гидразин, кислород-аммиак, тетраоксид диазота – несимметричный диметилгидразин.

Для численного расчёта и графического моделирования были написаны необходимые модули на Delphi. В результате работы были получены зависимости затрат массы топлива от радиусов опорных окружностей циклоиды, числа витков и от выбора компонентов ЖРД. Выведены рекуррентные формулы, позволяющие определить скорость аппарата-инспектора в каждой точке циклоиды и потери скорости на управление вектором тяги. Разработанная математическая модель может быть использована для проектирования космических миссий инспекции в первом приближении.

Список литературы:

1 Шалыгин, А.С., Санников В.А., Петрова И.Л. Баллистика космических аппаратов: учебное пособие [Текст] /А.С. Шалыгин, В.А. Санников, И.Л. Петрова; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2006. — 129 с.

2 Охоцимский Д. Е., Сихарулидзе Ю. Г. Основы механики космического полёта: Учеб. пособие [Текст] / Д. Е Охоцимский., Ю. Г. Сихарулидзе — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. — 448 с.

3 Иванов, Н. М., Лысенко Л. Н. Баллистика и навигация космических аппаратов: учебник для вузов / Н. М. Иванов, Лысенко Л. Н. – 3-е изд. перераб. и доп. – Мосва, Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016 – 523 с.

4 Лянко П.С., Олейников И.И., Улин С.Е. Методы инспекции космических аппаратов с ядерными энергетическими установками на борту // Краткие сообщения по физике ФИАН. 2016. №11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metody-inspektsii-kosmicheskih-apparatov-s-yadernymi-energeticheskimi-ustanovkami-na-bortu (дата обращения: 13.02.2020).

Перспектива реализации космических проектов в окрестности точек Лагранжа

Шаваева В.Б., Кудрявцева Е.О.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
dbrfifdftdf@mail.ru

На сегодняшний день всё чаще возникает потребность к проектам, которые предполагают размещать космические аппараты или космические станции в точках Лагранжа.

Со временем изучения свойств и принципов небесной механики удалось постановить, что в космическом пространстве существует множество природных эффектов, связанных с движением космических тел, к этим эффектам относятся и точки либрации.

Физическая основа этого явления объясняется тем, что в задаче, состоящей из трёх ограниченных вращающихся тел, два из которых, имея свои разнонаправленные гравитационные ускорения, в определенный момент времени достигнут точки равновесия. Данную область, в которой ускорения двух массивных тел обращаются в ноль, принято называть точкой либрации, либо точкой Лагранжа. В системе таких точек пять: L1, L2, L3 принято называть коллинеарными точками, L4, L5 — треугольными.

Рассматривая идеальную систему, к примеру Земля-Луна, аппарат, помещённый в одну из точек либрации или на её галла-орбиту, останется там навсегда, но при условии реальных обстоятельств это представляется проблематичным.

Первое, что создаёт трудности для реализации этой задачи — эллиптичность лунной орбиты относительно Земли. Кроме этого на космическую станцию или аппарат будет влиять притяжение Солнца и ряд других факторов. Поэтому без своевременных действий, направленных на стабилизацию космического аппарата относительно галла-обиты, космические проекты будут не осуществимы. Затраты топлива на данные манёвры не велики – приблизительно 60 м/сек ежегодно, даже при использовании ракетных двигателей малой тяги. Отсюда возникает возможность реализации пилотируемых полётов.

Следовательно, реализация таких полётов очень перспективна для освоения космоса в целом. К примеру, расположение космической станции в окрестности точек либрации системы Земля-Луна, главным образом, снимает ограничения на старт с поверхности Земли, а также при организации космической станции на галла-орбите представляется возможным полёт на любой полюс Луны, что важно для научных исследований. А в случае экстренной ситуации позволит в любой момент вернуться экипажу обратно на космическую станцию.

Список литературы:

1. Бобер С. А., Аксенов С. А., Николаева Ю. А. Исследование зависимости формы ограниченной ортиты КА от начального вектора состояния в окрестности точки либрации L2 системы Солнце-Земля, 2015 г.

2. Святослав Иванов. Полёт в точку Лагранжа: как устроены самые странные места в Солнечной системе, где практически не работает гравитация [Электронный ресурс]. 2019. – Режим доступа: https://hightech.fm/2019/05/22/lagrange-point (Доступ свободный. Дата доступа 01.02.2020).

Секция №5.2 Проектирование летательных аппаратов. Прочность авиационных и ракетно-космических конструкций

Функционирование и преимущества многомодульного реактивного пенетратора

Антониу Д.А., Дубинский А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва
danil-moscow@mail.ru

Очень важно понимать принцип работы многомодульного реактивного пенетратора. За счёт появления возможности комбинировать различные секции, появляются новые возможности, а также нюансы в использовании устройства.

Сам по себе реактивный пенетратор (РП) представляет устройство, снабженное ракетным двигателем твердого топлива, способное двигаться в грунтах с высокими скоростями и обеспечивать снижение перегрузок, действующих на полезную нагрузку.

Многомодульная конструкция реактивного пенетратора позволяет существенно повысить эффективность устройства, а также за счёт многомодульности можно добиться большей надежности конструкции в целом.

Под эффективностью работы реактивного пенетратора понимается устойчивость работы во времени на всем участке пути и глубина проникновения самого пенетратора. Благодаря возможности комбинировать секции различными способами можно максимально точно подобрать необходимые тяговые характеристики устройства. Это достигается путем использования твердых топлив с различными свойствами, позволяющих наиболее эффективно проходить заданные участки пути. Для достижения больших значений тяги при заданном диаметре одномодульного пенетратора требуется создать РДТТ большого удлинения, что связанно с эрозионным горением ТТ и невысокой надежностью подобных двигателей. Указанный недостаток может быть устранен путем многомодульного горения.

Реактивный пенетратор функционирует следующим образом. Сигнал подаётся на инициатор, воспламеняющий секцию твердого топлива. Продукты горения создают силу тяги, необходимую для преодоления силы сопротивления грунта. При этом часть продуктов горения истекает через кольцевое сопло, деформируя грунт в радиальном направлении, создавая между корпусом пенетратора и скважиной поток, не позволяющий им соприкасаться. В хвостовой части РП находятся упоры. В случае отклонения РП от заданной прямолинейной траектории упоры соприкасаются со стенками скважины, увеличивая сопротивление, что возвращает РП на заданную траекторию движения.

Изучив должным образом весь процесс функционирования реактивного пенетратора, можно будет в полной мере использовать все преимущества многомодульной конструкции и добиться лучших результатов в его использовании.

Оценка влияния ударного повреждения на прочность при циклической нагрузке образцов, изготовленных из полимерных композиционных материалов

Богомолова А.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Каримбаев Т.Д.
МАИ, Москва
ann-bogomolova@mail.ru

1. Введение

В последнее время все большее применение в авиационных изделиях находят полимерные композиционные материалы, которые успешно эксплуатируются в различных конструкциях воздушного судна и авиационного двигателя. В частности, к таковым относятся элементы воздушного судна Airbus A350, а также рабочие лопатки вентилятора из углепластика, эксплуатируемые на двигателе GE.

В сравнении с традиционными материалами, используемыми в авиации композиты, обладают рядом преимуществ. Но при описании свойств ПКМ принято подчеркивать только высокую прочность и жесткость и умалчивать об их отрицательных свойствах, одним из которых является относительно низкая ударостойкость. Применительно к ПКМ для рабочих лопаток вентиляторов, вопрос обеспечения ударостойкости стоит наиболее остро. В связи с этим проведены экспериментальные исследования по оценке влияния ударных повреждений на циклическую прочность.

2. Методика испытаний образцов ПКМ с ударными повреждениями

Экспериментальные исследования, представленные в данной работе, заключаются в испытаниях на кратковременную и циклическую прочность плоских образцов, с предварительно нанесенным ударным повреждением. Для испытаний используются образцы в виде пластины прямоугольного сечения. Нанесение ударного повреждения осуществляется при помощи башенного копра. В рамках настоящей работы для испытаний представлены образцы из углепластика, размерами 100x150x5 мм, изготовленные по технологии вакуумной инфузии на основе эпоксидного связующего Т-26, углеродной ткани УТО-1000.

3. Нанесение ударных повреждений

Для нанесения ударных повреждений используется башенный копер с падающим грузом ASTM D7136 [1]. Падающий груз представляет собой металлический боек со сферическим наконечником диаметром 12,7 мм. Энергия удара задается путем задания высоты падения бойка. Важным этапом данной работы является определение геометрических размеров внутренних повреждений от удара.

4. Неразрушающий контроль

Далее оценивают геометрические размеры и площадь S зоны повреждения, используя ультразвуковой дефектоскоп УДЛ-4М. Отмечают местоположение точек относительно центра образца. Определяют ширину H, длину L и максимальный диаметр D зоны повреждения с погрешностью не более 1% от измеряемой величины. Разрабатываются автоматизированные алгоритмы для определения зоны разрушения и вычисления её площади с использованием данных неразрушающего контроля.

Результатом дефектоскопии является изображение отсканированного образца из углепластика в программе AutoScan. При анализе изображения определяется местоположения и границы расслоений. Дефекты отображаются на графике с указанием времени и амплитуды отраженного сигнала.

Расчет площади осуществлён при помощи программы, написанной в среде Visual Basic.

Для более детального изучения и понимания того как именно располагается зона ударного повреждения в ПКМ было создана программа.

Следующим этапом является распиливание образцов (разрезание образца на три части: одна с наличием дефекта и две другие без дефектов).

5. Циклические испытания

Испытания проводятся на сервогидравлической машине Instron 8805 с максимальной предельной нагрузкой 1000 кН. Нагружают как образцы с нанесенным ударным повреждением, так и без него, для вычисления необходимого количества циклов до момента разрушения ПКМ.

Полученные данные позволяют оценить запас прочности для обеспечения надежности образцов ПКМ с учётом ударного воздействия.

6. Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что наличие повреждений не существенно влияет на характеристику циклической прочности образцов, изготовленных из полимерного композиционного материала, разработанного ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова».

Полученные данные наглядно показывают характер влияния ударных повреждений на усталостную прочность ПКМ.

Список литературы:

1. ASTM D7136/D7136M – 15 «Standard Test Method for Measuring the Damage Resistance of a Fiber-Reinforced Polymer Matrix Composite to a Drop-Weight Impact Event». pp. 3-8.

Проектирование беспилотного летательного аппарата, устойчивого к неконтролируемым факторам

Бородин И.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Балык В.М.
МАИ, Москва
iibbdd@yandex.ru

Одной из важнейших проблем представления беспилотного летательного аппарата (БЛА) как объекта проектирования является построение его моделей. Построение моделей БЛА и моделирование его условий физического и функционального существования является неотъемлемой частью проектирования. Эффективность проектирования во многом зависит от «вложения» процессов моделирования условий функционального и физического состояния БЛА в процесс проектирования [1]. Таким образом, ставиться задача разработать модель БЛА, которая «несла бы в себе» условия физического и функционального существования проектируемого аппарата.

Как правило, проектирование БЛА ведется в условиях неконтролируемых факторов. Неконтролируемые факторы можно разделить по источникам неопределенности на факторы естественного (свойства атмосферы, физические поля) и искусственного (противодействие цели, тактические ситуации) происхождения. Для неконтролируемых факторов характерно то, что описывающие их характеристики имеют не фиксированное значение, а принадлежат некоторому диапазону. Особым источником неопределенности, требующего отдельного изучения, является тактическая ситуация применения БЛА с её многообразием вовлекаемых сил и средств, возможностями его носителей, а также противодействие, оказываемое целью. Изменчивость тактических ситуаций приводит к невозможности однозначного описания типа траектории БЛА.

Необходимо отметить, что неконтролируемые факторы оказывают существенное влияние на результаты проектных процедур и проектирования в целом. В самом общем случае множество возможных состояний вектора неконтролируемого фактора будет порождать равное себе по мощности множество оптимальных решений. В итоге наличие множества возможных значений неконтролируемых факторов порождает неоднозначность понимания оптимальности проектных решений [1].

В ретроспективе для летательных аппаратов данная проблема решалась путем введения ряда допущений и специальных проектных регламентаций, формируемых на базе опыта и субъективного представления проектанта. Примером такого подхода может служить модель «стандартная атмосфера», номинальные значения прочности материалов и т. д, но объективно всегда имеются какие-либо отличия от этих условий. Для компенсации такого отличия и возможного ухудшения работы аппарата заведомо предусматривался избыток (коэффициенты

запаса) в возможностях и ресурсах аппарата по отношению к расчетным условиям, что зачастую приводит к утяжелению и росту стоимости аппарата. Данные коэффициенты запаса не имели достаточного научного обоснования и вырабатывались чисто эмпирически.

В целом все отмеченные подходы отличаются субъективизмом, и снять такой субъективизм в известной мере возможно, если БЛА обладает свойствами устойчивости к неконтролируемым факторам. В работе условия устойчивости представляются в виде функций Ляпунова, которые формируются с помощью статистических методов [2].

Имея математическую модель физического и функционального существования БЛА с «вложенными» в неё законами распределения неконтролируемых факторов можно подобрать функцию Ляпунова и найти её полную производную по времени. Это даст возможность говорить об устойчивости БЛА в каждой точке траектории движения. В конечном итоге, функция Ляпунова есть функция от проектных параметров, и корректируя проектные параметры можно добиться устойчивости БЛА к неконтролируемым факторам. Таким образом решается задача проектирования БЛА.

Список литературы:

1. В.М. Балык. Статистический синтез проектных решений при разработке сложных систем. Изд-во МАИ, Москва, 2011, 278 с.

2. Бородин И.Д., Балык В.М. Проектирование беспилотного летательного аппарата, устойчивого к факторам неопределенности. // 18-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2019». 18-22 ноября 2019 года. Москва. Тезисы. – Типография «Логотип», 2019. С. 132.

Спутник с ионным двигателем

Виноградов И.Е., Дубинский А.А.
МАИ, Москва
vinogradov1999ilya@icloud.com

В 2016 году отечественная компания Avant Space получила грант фонда «Сколково» на разработку миниатюрного ионного двигателя, в котором впервые будет использована система внешнего магнитного поля.

Использование внешнего магнитного поля в ионном двигателе позволит увеличить эффективность системы, что сделает эту разработку наиболее перспективной в использовании на низкой орбите в составе спутников мини-класса массой 50-500 килограммов.

Рассмотрим устройство двигательной системы GT-50 RF. Устройство имеет монтажную часть поверхностного модуля для быстрой установки. Радиочастотная антенна вызывает электромагнитное поле в разрядной камере и подключается к радиочастотному генератору. Она имеет специальную катушкообразную геометрию для создания переменного поля с параметрами, максимизирующими эффективность ионизации. Далее располагается газоразрядная камера, в которой газ превращается в плазму. Материал камеры выдерживает высокие температуры и не проводит электричество, а оптимальная форма позволяет обеспечить значительную экономию энергии ионизации. Ионно-оптическая система используется для создания тяги путём ускорения ионов плазмы. А рама, включающая в себя все элементы устройства, необходима для защиты от механических и тепловых нагрузок, также она используется для экранирования внешней среды от создаваемого электрического поля.

Принцип работы данного ионного двигателя следующий. Ксенон (также могут быть использованы аргон, криптон или даже йод) попадает в камеру сгорания, где ионизируется под действием электромагнитного поля. Образовавшиеся положительно заряженные ионы и свободные электроны ускоряются благодаря использованию специальных сетчатых электродов (действие постоянного магнитного поля) и создают необходимую тягу.

Одно из преимуществ двигателя такого типа – это высокий импульс со скорость истекания ионов из двигателей достигающей 40 км/с и малый расход газа при совершении необходимого

манёвра. Также не стоит упускать тот момент, что двигатель получил компактные размеры, а именно 5 на 5 сантиметров у модели GT-50.

По мимо использования данной технологии в микроспутниках или стационарных спутников связи для коррекции орбиты, данная технология может послужить основой для создания маршевого двигателя, выводящего космический аппарат на целевую орбиту. А в перспективе может быть задействована в межпланетных миссиях.

Применение малоотражающих форм для снижение радиолокационных характеристик гиперзвукового летательного аппарата и их влияние на аэродинамику

Гудзенко С.Г., Волков Д.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гусейнов А.Б.
МАИ, Москва
impulse.flex@gmail.com

Снижение величины эффективной поверхности рассеивания (ЭПР) высокоскоростного летательного аппарата (ЛА), характеризующий уровень радиолокационной заметности, предопределяет уменьшение дальности обнаружения и захвата ЛА радиолокационной станцией (РЛС) противника и увеличение эффективности. Среди современных наземных РЛС преобладают станции, работающие в сантиметровом диапазоне длине волны λ = 3..10 см. Снижение ЭПР может быть обеспечено выбором малоотражающих форм (МОФ), применение в конструкции радиопоглощающих материалов и созданием на поверхности аппарата искусственного плазмообразования.

Для анализа целесообразности применения технических решений по малой заметности необходимо выбрать метод математического моделирования процессов рассеяния электромагнитного излучения на объекте. Одним из методов решения уравнений Максвелла дающий наиболее достоверные результаты является метод моментов, который обеспечивает расчёт поля рассеяния по распределению поверхностных токов.

Снижение ЭПР ЛА может быть осуществлено не во всех направлениях наблюдения, а только в наиболее вероятных диапазонах углов обзора. Наиболее важными ракурсами облучения являются область передней полусферы $\theta = \pm 60^0$.

При этом внешние обводы высокоскоростных ЛА с гиперзвуковым воздушно-реактивным двигателем (ГПВРД) влияют и на аэродинамические характеристики. Главный критерий — это минимальная отражательная способность высокоскоростного ЛА с интегрированным воздухозаборником.

В данной работе в качестве технических решений по снижение РЛ заметности высокоскоростного ЛА с ГПВРД рассматриваются:

- Сокращение числа отражающих элементов компоновки;
- Обеспечение параллельности кромок;
- Снижение влияния зеркальных отражений от боковых поверхностей путём их отклонений от нормали по отношению к падающей волны.

После выбора проектных решений с минимальной отражательной способностью, необходимо проводить анализ их влияния на аэродинамические характеристики, для поддержания крейсерского режима полёта со скоростью M = 6. Для расчета аэродинамических характеристик используется специализированная программа FloEFD, которая триангулирует модель аппарата, а затем позволяет моделировать гиперзвуковое течение потока.

Проведен анализ технических решений по малозаметности с учетом их влияния их влияния на ЭПР и на аэродинамические характеристики.

Многомодульный реактивный пенетратор

Дубинский А.А., Антониу Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва
dubinskij.anton98@mail.ru

Ракета – одна из величайших достижений человечества. Начиная с создания баллистических ракет военного назначения, человек пришёл к использованию этой технологии в освоении космоса. Но помимо этих двух глобальных вариантов использования ракет есть ещё один. Способ применения, при котором полезный груз будет доставляться на различную глубину в грунтовое пространство. Устройства для такого рода применения получили название реактивные пенетраторы.

Реактивный пенетратор (РП) – это устройство, снабженное ракетным двигателем твердого топлива, способное двигаться в грунтах с высокими скоростями и обеспечивать существенное снижение перегрузок, действующих на полезную нагрузку.

РП подходит для решения ряда задач, среди которых: народнохозяйственное применение, военное назначение, горнодобывающая промышленность, строительная сфера, космическое направление и другие.

Из-за различных плотностей грунта по глубине целесообразно рассматривать многомодульную систему реактивного пенетратора, способного эффективно проходить каждый участок. Ранее коллективом авторов рассматривалась одномодульная конструкция «Гром-203», которая является основной для создания многомодульного реактивного пенетратора. «Гром-203» представляет из себя головную часть в виде конуса, соединенного с передним днищем, а затем с цилиндрическим корпусом, к задней части которого крепится сопловой блок.

Однако, данная конструкция имеет ряд недостатков, которые могут значительно повлиять на устройство во время его функционирования. Увеличение давления в камере сгорания приводит к появлению эрозионного горения топлива и как следствие к снижению надёжности конструкции. Также одномодульная конструкция ограничивает глубину погружения устройства, делая его неустойчивым при увеличении глубины.

Увеличение надёжности и глубины проникновения можно достичь, применив многомодульную конструкцию, где используется комбинация из нескольких секций, расположенных друг за другом. Возможность комбинировать различные секции позволяет оптимально подобрать необходимые характеристики реактивного пенетратора. Для различных уровней глубины можно будет использовать твёрдое топливо с различными свойствами, позволяющее наиболее эффективно проходить заданный участок. Время работы устройства также можно значительно увеличить путём добавления новых секций.

Основываясь на вышеперечисленном, можно сделать вывод, что многомодульная система реактивного пенетратора эффективнее одномодульной, а значит перспективнее. Взяв за основу определённый участок земли и выполнив необходимые расчёты для определения требуемых свойств реактивного пенетратора, можно разработать конструкцию, способную оптимально пройти данный участок и доставить полезный груз на необходимую глубину.

Проект «Квадроконвертоплан»

Ермакова Д.Г., Хамадов Р.Р.
МАИ, Москва
embernext@mail.ru

Квадроконвертоплан определяется как воздушный аппарат, использующий мощность ротора для вертикального взлета и посадки и преобразующее его в полёт с неподвижным крылом в обычном полёте. Квадроконвертоплан имеет 4 ротора с их механизмами поворота. Преимуществом квадроконвертоплана перед обычными квадрокоптерами является большая горизонтальная скорость перемещения, при сохранении маневренных характеристик.

Разработанный квадроконвертоплан имеет конфигурацию, в которой четыре ротора используются для вертикального взлета с практически любого вида покрытия, впоследствии поворачиваются на угол 90 градусов для полёта в горизонтальной плоскости. Такая конфигурация может иметь наклоняемые роторы или наклоняемые крылья, на которых расположены роторы. Отказ одного из двигателей не может привести к катастрофическим последствиям, в случае работоспособности остальных.

Основой квадроконвертоплана является каркас, который состоит из металлических труб квадратного профиля. После подсчёта массовых и прочностных характеристик было принято решение об использовании труб из алюминия АД31Т1. Электронные платы, которые управляют летательным аппаратом, а также аккумуляторные батареи располагаются в центре масс конструкции каркаса. Для защиты электроники от воздействия внешней среды и улучшения аэродинамических свойств аппарата, на каркас крепят пластиковую обшивку. Элементом, обеспечивающим высокую подвижность БПЛА, является поворотный механизм двигателя.

Механизм поворота состоит из сервопривода, который обеспечивает вращение. Крутящий момент передаётся на двигатель с помощью вала, который для уменьшения массы конструкции является круглой алюминиевой трубой малого диаметра. Соединение вала и корпуса ротора осуществляется деятельной уникальной формы, для создания был применён метод лазерной стереолитографии. Крепление вала и сервопривода обеспечивается за счёт фланцевых деталей, которые тоже были созданы методом 3D-печати. Квадратная профильная труба выполняет роль защитного корпуса для вала и воспринимает изгибающий момент, воздействующий на вал. Для передачи данного силового фактора используются пластиковые вставки, одна из которых в силовой схеме является заделкой, а другая ползуном.

Беспилотный летательный аппарат со станцией разведки

Ермольев В.И., Доронин М.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Дьяконов Д.А.
МАИ, Москва
slavaman.97@mail.ru

В 2019 году на кафедре 602 МАИ изготовлен экспериментальный образец и проведены предварительные летные испытания станции радиоразведки на беспилотном летательном аппарате вертолетного типа.

Станция предназначена для обнаружения и определения координат источников радиоизлучения в трех режимах функционирования: многопозиционном; однопозиционном; высокоточном.

Многопозиционное местоопределение реализуется двумя и более пространственно разнесенными станциями или одной станцией в полёте. Однопозиционное местоопределение реализуется одной станцией в полёте или режиме зависания. Высокоточное местоопределение реализуется одной станцией в режиме зависания при вращении вертолёта вокруг оси винта с угловой скоростью 1 оборот в секунду.

В состав станции входит две компоненты – воздушная и наземная. Воздушная компонента включает малоразмерный вертолёт, бортовой азимутально-угломестный обнаружитель-пеленгатор, систему определения координат и угловой ориентации, бортовую аппаратуру управления и передачи данных. Наземная компонента включает наземную аппаратуру автоматического управления вертолетом и бортовым радиопеленгатором с соответствующими приемоиндикаторами в виде ноутбуков.

К числу отличительных характеристик станции по основному назначению относятся: во-первых, возможность автоматического полёта в любом из трех вышеупомянутых режимов при ветровой нагрузке до 25 метров в секунду, что обеспечивается за счет использования динамической Х-образной втулки несущего винта; во-вторых, возможность широкоугольного и широкодиапазонного сканирования соответственно по пространству и частоте при обнаружении и местоопределении источников радиоизлучения, что обеспечивается за счет

применения нового способа определения ко-ординат источников радиоизлучения при радиопеленговании с борта летательного аппарата, реализуемого с использованием объемной пеленгаторной антенной решетки.

К числу наиболее важных летно-технических и эксплуатационных характеристик станции относятся: 1-сочетание большого радиуса рабочей зоны при сохранении быстродействия обнаружения и точности местоопределения широкой номенклатуры источников радиоизлучения в диапазонах метровых и дециметровых радиоволн; 2- возможность транспортирования в походном положении с использованием малогабаритных транспортных средств и малое время развертывания/свертывания экипажем из двух человек.

К числу основных преимуществ предлагаемой станции радиоразведки относятся:

• По сравнению с наземными станциями радиоразведки:

во-первых, увеличение радиуса рабочей зоны не менее чем в 4 раза;

во-вторых, возможность функционирования в сложных природно-географических условиях;

• По сравнению со станциями радиоразведки на БЛА самолётного типа:

во-первых, сокращение количества применяемых БЛА не менее чем в 6 раз;

во-вторых, сокращение времени вскрытия радиоэлектронной обстановки не менее чем в 10 раз;

в-третьих, способность функционирования при повышенной ветровой нагрузке;

• По сравнению с перспективной станцией радиоразведки на БЛА вертолётного типа зарубежного производства:

во-первых, расширение рабочего диапазона частот не менее чем в 2 раза;

во-вторых, возможность функционирования при повышенной ветровой нагрузке.

Экспериментальный образец разработан в КБ 602 МАИ

Применение предлагаемой станции радиоразведки на БЛА вертолётного типа позволит повысить оперативность выполнения задач радиоэлектронного подавления объектов тактического звена управления, надежность и живучесть техники радиоразведки.

Достижение многоразовости РКТ

Каскинбаев А.Ф.
МАИ, Москва
azamat_kaskinbaev@mail.ru

Современный этап ракетостроения, плавно переходя в коммерческую деятельность, требует снижения стоимости вывода полезной нагрузки в космическое пространство. Вследствие этого ракетно-космическая техника (РКТ) должна становиться более дешевой, но такой же надежной и безопасной. Одно из решений поставленной задачи является многократное использование РКТ.

Перед конструкторами встает задача возвращения РКТ на Землю. Инженеры всех стран, занимающиеся ракетостроением, учитывая возможности и общее развитие технологий, выделили три основных способа решения этой проблемы:

1. С помощью вертикальной посадки;
2. Посадка «по самолётному» способу;
3. Использовать парашютную систему.

При вертикальном способе посадка осуществляется при повторном включении двигателей на относительно близком расстоянии у поверхности земли. Недостатком является необходимость наличия дополнительной силовой установки, двигателей повторного включения, а, следовательно, запаса топлива перед посадкой, что снижает массу полезной нагрузки, выводимой на орбиту. Данный способ более всего применим к ступеням ракет-носителей.

Посадка «по самолётному» способу имеет ряд преимуществ: использование взлётно-посадочных полос, что дает большие возможности в выборе места посадки; отсутствие в необходимости повторного включения двигателя; меньшие затраты на ремонт РКТ с дальнейшей перспективностью развития других типов РКТ. На таком принципе достижения

многоразовости были созданы многоразовые транспортные космические корабли «Буран» и «Space Shuttle».

Парашютная система – это осуществление посадки парашютным способом на поверхность Земли. Такой способ больше подходит для возвращения космических аппаратов (КА) и не подходит для ступеней РН, орбитальных самолётов, челноков.

Таким образом, достижение многоразовости возможно вышеперечисленными способами, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы. Данные три способа реализовывались и применялись в истории ракетостроения и актуальны до сих пор. На сегодняшний день самый распространенный способ получила вертикальная посадка на примере известной компании SpaceX. Разработанные ими многоразовые ракеты пользуются большим успехом в космической отрасли благодаря снижению стоимости вывода 1 кг полезного груза.

Проектирование кислородно-водородного разгонного блока

Кириевский Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мухамедов Л.П.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
kda9700@mail.ru

Динамика развития ракетно-космической техники в мире, интенсивная деятельность по использованию космического пространства, которая ведется в США, странах Западной Европы, Японии и Китае, усиление конкурентной борьбы на рынках космических услуг и средств выведения на орбиту требуют активной работы в перспективных направлениях, проведения исследований и проектирования конкурентоспособных образцов ракет-носителей (РН), разгонных блоков (РБ) и космических аппаратов (КА). В рамках этой работы основное внимание уделяется участию России в сфере предоставления услуг по запуску телекоммуникационных спутников на геостационарную орбиту. Необходимость сохранения Россией приоритетных позиций по запуску тяжелых КА связи на геостационарные (геопереходные) орбиты требует принятия неотложных мер по развитию и модернизации отечественных средств выведения.

Для решения задач по запуску тяжелых КА необходимо либо создавать новые тяжелые и дорогие ракетно-космические комплексы, либо использовать имеющиеся (старые) ракетно-космические комплексы, которые не совсем удовлетворяют современным требованиям, как по спектру выводимых полезных нагрузок, так и по современным экологическим параметрам и др.

Одним из путей повышения энергетических характеристик РКН является применение на верхних ступенях РН и в разгонных блоках высокоэнергетических компонентов топлива, например, жидких кислорода (О2) и водорода (Н2). Оснащение отечественных РН тяжелого класса «Протон М» и «Ангара – А5» кислородно-водородными ступенями и разгонными блоками поможет перейти к практике запусков одиночных тяжелых отечественных и зарубежных КА, а также к групповым запускам КА на высокоэнергетические орбиты, включая ГСО, что позволит снизить стоимость выведения КА в интересах федеральных ведомств и по коммерческим программам.

Представленная работа заключается в проектировании кислородно-водородного разгонного блока для ракеты-носителя «Ангара-А5 с УЭМХ» с целью выведения полезной нагрузки массой 5 т на геостационарную орбиту. Рассмотрены вопросы баллистики, вариантов конструктивного исполнения разгонного блока, произведен анализ возможной полезной нагрузки, а также проведен массовый анализ конструкции.

Применение квадрокоптера в ВПК

Козырев А.В., Федюнин Д.А.
МАИ, Москва
sashakozyrev.ru@mail.ru

В настоящее время самым перспективным видом вооружения является ракетное. Однако для того, чтобы уничтожить цель, необходимо затратить большое количество денежных ресурсов. Мы хотим предложить менее затратный способ доставки фугасного заряда. Для этого можно использовать квадрокоптеры.

Квадрокоптер, также называемый квадроторным вертолётом или квадротором, — это многороторный вертолёт, который поднимается и приводится в движение четырьмя винтами. Квадрокоптеры классифицируются как вертолёты, в отличие от самолётов с неподвижным крылом, потому что их подъемная сила создается набором роторов (вертикально ориентированных винтов).

Квадрокоптеры обычно используют две пары одинаковых винтов с фиксированным шагом; два по часовой стрелке (CW) и два против часовой стрелки (CCW). Они используют независимое изменение скорости каждого ротора для достижения контроля. Изменяя скорость каждого ротора, можно специально генерировать требуемую общую тягу; располагать центр тяги как в поперечном, так и в продольном направлении; и создать желаемый общий крутящий момент или силу поворота.

Стоимость одного беспилотного летательного аппарата при серийном производстве не превышает 20 тысяч рублей при использовании новейших средств связи. Подъёмная сила такого изделия 5-7 кг. В сравнении ракета стоит 15 миллионов рублей. Таким образом экономия при выполнении боевой задачи, связанной с уничтожением единичной цели, при округлении равна цене самой ракеты.

Помимо упомянутой выше невысокой стоимости данного аппарата, он имеет ещё одно существенное преимущество перед обычным способом доставки боеголовки – манёвренность. Резкое изменение направление вектора скорости ракеты связано с существенными нагрузками, которыми подвергается корпус, вследствие которых может произойти его разрушение. Это обуславливает форму траектории – строго баллистическая. Квадрокоптер в свою очередь способен в течение короткого времени изменить направление полёта, высоту и даже переключиться на другую цель, в случае поступление новых данных разведки о перемещении цели, обнаружении её противником или уничтожении объекта.

Проблема перехода на крупносерийное производство космических аппаратов для мегагруппировок

Коротков А.И.
Научный руководитель — доцент, к.пол.н. Крутов А.В.
МАИ, Москва
allexej1998@mail.ru

Переход от того, как каждый космический аппарат (КА) делали отдельным и особенным, к серийному выпуску КА позволит создавать мегагруппировки. Это возможно при достижении многих установленных критериев эффективности производства по качеству изделий, времени и затратам на изготовление. Реструктуризация производства сопряжена с различными трудностями, некоторые из которых рассмотрены ниже.

КА изготавливаются в кооперации большого количества различных предприятий, связанных с производством бортовой аппаратуры, интеллектуальных систем, источников вторичного электропитания и т.д. Поэтому «революция» в росте количества КА выходит далеко за рамки простой автоматизации; целая цепочка поставщиков компонентов должна полностью перестроить свою работу, выведя её на совершенно новый уровень.

Подход к построению новой организации производства является комплексным. Он заключается во взаимной увязке функционирования различного оборудования по производительности и рабочим циклам, в разработке специальных средств автоматизации, межоперационной транспортировки и т.д.

В целях повышения контроля качества продукции в новое производство необходимо внедрить комплекс, который позволит в автоматическом режиме обеспечивать контроль таких параметров, как, например, размеров изделия, качества поверхностей, мест соединений и т.д. [1]

Процесс внедрения технологии на базе такого высокотехнологичного оборудования очень сложен и связан с необходимостью проведения большого числа экспериментальных работ и применением нестандартных технических решений [1]. Большому количеству предприятий различного уровня и профиля следует разработать и согласовать единый формат документации по производству, а также единую систему поиска и принятия решения по возникшим производственным вопросам. Каждое высокотехнологичное предприятие имеет свою систему обеспечения качества менеджмента, основанная на собственных стандартах, процедурах, процессах.

Должна быть разработана логистическая система, состоящая из взаимосвязанных автоматизированных транспортных и складских устройств, обеспечивающих функционирование гибкой производственной системы и перемещение находящиеся в процессе сборки КА между производственными участками, предприятиями.

Разработка многосерийных КА особенная — она включает разработку самого КА и разработку технологий производства, включая достижение предприятиями определенного уровня готовности производства: от уровней производства в лаборатории, в реальных условиях, до уровней производства малыми и крупными сериями [2]. При этом необходима подготовка приспособлений, инструментов, технологической оснастки, закупки станков и оборудования, обучение людей. На всё это потребуется большое количество денег и затрачиваемого времени.

Кроме того, возможно возникновение не предвиденных ранее проблем с самим процессом производства и проведением испытаний. Крупносерийное производство в данной сфере не допускает наличие бракованных комплектующих, поэтому при обнаружении хотя бы одного брака возникает необходимость отзыва всей партии на завод-изготовитель, с последующими повторными испытаниями, выявлениями причин возникновения брака и его дальнейшим устранением.

К одной из проблем создания мегагруппировок относится уменьшение космического мусора, этап утилизации является неотъемлемой частью жизненного цикла изделия. Расширение сетей, состоящих из большого количества спутников, может привести к увеличению космического мусора и риска постоянных столкновений. В конечном итоге космос станет непригодным для полётов и использования. Именно поэтому владельцы новых спутниковых группировок должны будут убирать с орбиты старые и ставшие ненужными космические аппараты [3].

Список литературы:

1. Автоматизация крупносерийного производства: опыт внедрения в машиностроении [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://integral-russia.ru/2017/05/25/10879/, свободный. Дата обращения (13. 02. 2019)

2. Развитие инновационного территориального кластера «Газотурбостроение и энергомашиностроение» [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.myshared.ru/slide/753599/, свободный. Дата обращения (19. 02. 2019)

3. Mediasat [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://mediasat.info/2017/06/30/nachato-sozdanie-sputnikovoj-mega-gruppirovki/, свободный. Дата обращения (08. 02. 2019)

Анализ и перспективы использования стыковочных агрегатов «площадного» типа

Котов Л.С., Копинцу И.И.
Научный руководитель — Тузиков С.А.
МАИ, Москва
Fenix10077@mail.ru

Площадные стыковочные агрегаты (ПСтА) – устройства, предназначенные для стыковки космических аппаратов (КА) по всей торцевой поверхности КА. Задача при проектировании таких устройств состоит в максимизации площади соприкосновения двух КА между собой при ограничении массовых характеристик системы.

Исторически сложившиеся системы стыковок (ССВП, АПАС, IDSS, СВМ и другие), позволяют осуществлять стыковку модулей станций и пилотируемых КА между собой. Но основным недостатком таких систем можно считать ограниченный диаметр «просвета» стыковочного шпангоута и минимальную площадь соприкосновения. В настоящее время российская система стыковки и внутреннего перехода (ССВП), используемая на всех пилотируемых КА России, ограничивает «просвет» диаметром до 800 мм в диаметре, в перспективе увеличения до 1200 мм.

Максимизация площади стыковки даёт ряд плюсов:

• Увеличение диаметра просвета стыковочного шпангоута

• Увеличение полезной торцевой площади, которая может использоваться для соединения трубопроводов и кабелей

• Уменьшение нагрузок (в состыкованном состоянии) связанных с действующими на КА моментами

• Перспектива использования ПСтА в беспилотных КА

Подходы к проектирования ПСтА можно условно разделить на два направления: «активно-пассивный» и «андрогинный». В первом случае один КА является активным, т.е. осуществляет маневрирование, причаливание и стыковку, а второй является пассивным. Во втором случае оба КА имеют возможность активной и пассивной стыковки.

Применение ПСтА связано с особенностями миссий, в которых они могут применяться. Для рядовых полётов на околоземную орбиту, на данный момент, нет необходимости в использовании ПСтА. При создании крупногабаритных станций, межпланетных пилотируемых КА, ПСтА может сыграть ключевую роль.

Особенностью применения ПСтА является возможность создания герметичного стыка по всей площади. При расположении ПСтА на нескольких плоскостях КА, появляется возможность строительства станций из множества КА (обладающих ПСтА) по всем направлениям и последующей герметизацией внутреннего объёма.

Предлагается вариант технического решения стыковочного агрегата рассматриваемого типа.

Разработана конструктивно-компоновочная схема, определены основные технические характеристики.

Автоматическая лаборатория лунного базирования

Кочнев К.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ненарокомов А.В.
МАИ, Москва
kochnevkirillvl@gmail.com

Для полноценного развертывания лунной программы требуется создать надежные конструкции на лунной поверхности, которые могли бы защитить космонавтов и технику от опасных факторов космического пространства.

Использование лунного грунта (реголита) в качестве строительного материала для объектов лунной инфраструктуры представляется перспективным технико-экономическим решением. Использование местного сырья позволит значительно сократить стоимость и длительность доставки необходимых материалов и оборудования при строительстве лунной базы.

Для оценки ситуации был произведен анализ существующих наработок по данной теме в мировом масштабе. В ходе анализа актуальность тематики подтвердилась. Исследованиями в области применения аддитивных технологий с использованием местного сырья для строительства объектов внеземной инфраструктуры активно занимаются ученые из ЕКА и НАСА. Также необходимо отметить разработки ученых из Самарского государственного технического университета (СамГТУ).

В предлагаемой работе разрабатывается проектный облик автоматической лаборатории лунного базирования, предназначенной для отработки технологии создания объектов лунной инфраструктуры из реголита методом послойного наплавления. В качестве источника энергии для плавления реголита выступает Солнце. Преобразование и управление энергией в разрабатываемой установке осуществляется с помощью оптической системы на основе солнечного концентратора.

В процессе разработки, в первом приближении, были получены предполагаемые технические характеристики автоматической лаборатории лунного базирования. К этим характеристикам относятся количество и состав модулей лаборатории, масса модулей, диаметр солнечного концентратора, площадь и конфигурация солнечных батарей и др.

Механизм разделения лёгкой исследовательской ракеты

Кузнецов С.С.
ТулГУ, Тула
su-30mki.ru@yandex.ru

Ракета – летательный аппарат, перемещающийся в воздушной среде или в вакууме посредством реактивного двигателя. Ракета подразделяются на аппараты военного и гражданского назначения. Одним из классов ракет гражданского назначения являются исследовательские ракеты.

С целью проведения ряда экспериментов в ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» разработана и построена лёгкая исследовательская ракета РН-100. Исходя из действующего законодательства, ракета выполнена неуправляемой. Первый пуск был произведён в апреле 2019 года. Ракета с полезной нагрузкой массой 100 грамм достигла высоты 330 м.

В ходе этого и последующего пусков удалось выявить серьёзные неполадки в работе механизма разделения, установленного на ракете. Его срабатывание происходило путём пережигания нагретой током нихромовой нитью шнура, стягивающего пружину, работающую на сжатие. При большой громоздкости механизм разделения обладал крайне низкой надёжностью. Оценив сложность механизма, было принято решение разработать новый, превосходящий по габаритно-массовым характеристикам и надёжности как минимум в два раза.

В ходе проведения опытно-конструкторских работ было принято решение отказаться от использования в механизме разделения нагревательных элементов и пружин. Спереди кормовой части летательного аппарата решено установить воздушный тормоз, обеспечивающий гарантированное разделение головной и кормовой частей, а также вытягивание пары тормозных парашютов.

Механизм разделения устанавливается в головной части ракеты. Он включает коннектор для подключения кабелей от головного аппаратурного блока, электродвигатель, механический привод типа «винт-гайка», а также ряд конструкционных деталей.

При достижении необходимой высоты с головного аппаратурного блока подаётся электрический сигнал на двигатель, последний начинает вращаться. Вращение передаётся на

механическую передачу «винт-гайка», винт которой закреплён на валу двигателя, а гайка – на кормовой части летательного аппарата. Кормовая часть выдвигается из головной, высвобождается и раскрывается воздушный тормоз. Посредством воздушного тормоза кормовая часть интенсивно отдаляется от головной, вытягивая пару тормозных парашютов.

Отметим, что данный механизм разделения предполагается использовать и на более высотных исследовательских ракетах. На момент написания статьи изготавливается первый опытный образец механизма.

Сравнение подходов к этапности создания РКТ

Логинова В.М.
Научный руководитель — доцент, к.пол.н. Крутов А.В.
МАИ, Москва
miss.lerochka98@yandex.ru

Разработка новой ракетно-космической техники является стратегически важной задачей. Крайне необходимо, чтобы современные системы и изделия полностью соответствовали основным требованиям безопасности и технологичности. На первых этапах проектирования огромное значение имеет технико-экономическое обоснование ракетно-космической техники, поскольку в дальнейшем очень сложно исправить необоснованные решения.

В данном исследовании рассмотрим оценки реализуемости проектов на разных этапах создания ракетно-космической техники. Известно, что Национальное аэрокосмическое агентство (NASA) в США разработало шкалу уровней готовности технологий (TRL), которая используется для разработки новых проектов. В классификации отображается состояние исследовательских программ в зависимости от уровня TRL. Это позволяет упростить контроль над проведением исследовательских работ и обеспечить выбор необходимых технологий[1].

Покажем в данном исследовании уровни готовности технологий TRL:

1. Утверждение и публикация базовых принципов технологии.
2. Формулировка концепции технологии и оценка области применения.
3. Начало исследований и разработок. Подтверждение характеристик.
4. Проверка основных технологических компонентов в лабораторных условиях.
5. Проверка основных технологических компонентов в реальных условиях.
6. Испытания модели или прототипа в реальных условиях.
7. Демонстрация прототипа (опытного образца) в условиях эксплуатации.
8. Окончание разработки и испытание системы в условиях эксплуатации.
9. Демонстрация технологии в окончательном виде при летных испытаниях образца.

После шестого уровня готовности риск, связанный с использованием новой технологии, при создании ракетно-космической техники уменьшается.

Европейское космическое агентство также активно использует концепцию TRL. Эта модель имеет последовательный подход к разработкам и распределяет обязательства для выполнения работ научно-исследовательским организациям. Применение концепции позволяет существенно сократить влияние человеческого фактора при оценке готовности технологий на основе объективных научно-обоснованных методов оценивания, уменьшить расход средств на конечную продукцию и управлять развитием технологий[2].

Отмечается, что для определения уровней готовности технологий в корпорации Роскосмос применяют шкалу, аналогичную зарубежной. Первые шесть этапов шкалы относятся к области науки и осуществляются за счет средств федерального бюджета, а остальные три входят в сферу промышленности и рассчитаны на финансирование за счёт предприятий.

Первый уровень относится к фундаментальным исследованиям, дальше на следующих трех этапах решаются прикладные задачи и разрабатываются технологии, на пятом и шестом проводится их демонстрация, в том числе создается модель и прототип модели. Рассматривая

стадии готовности, с точки зрения затрат, можно сказать, что первые два уровня в создании и развитии проекта требуют намного больше расходов, чем последние два.

В исследовании показано, что эта концепция, имеет некоторые преимущества: снижение рисков в разработке инновационной техники, привлечение частных инвестиций, структурирование процесса изготовления передовой техники, создание системы государственного управления процессом разработки технологий.

Таким образом, оценивание реализуемости проекта в целом и отдельных его составных элементов необходимо производить на всех этапах создания и осуществления проекта.

В последнее время большое распространение получила гейтовая модель создания проектов[3]. В гейтовой системе управления при запуске многих проектов, отклоняют те, которые не соответствуют целям или ожиданиям. Достоинствами такой модели являются: расширение возможностей, сокращение расходов на проработку. Все ресурсы идут на создание успешных проектов. К недостаткам можно отнести высокую стоимость метода и отбраковка долгосрочных проектов, не являющихся в данное время перспективными.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование системы оценок уровня готовности технологий на всем жизненном цикле изделия является необходимым условием для получения успешных результатов в создании ракетно-космической техники.

Список литературы:

1. Сливицкий А.Б. Совершенствование инструментария выбора государственных приоритетов, механизмов разработки и реализации стратегий инновационного развития [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://gigabaza.ru/doc/42961.html, свободный. Дата обращения (06. 02. 2019)

2. Попов Э.В., Савинич В.С., Сосунов Я.А., Шведов А.Г Оценка готовности технологии [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://aviaglobus.ru/2014/06/30/8346/, свободный. Дата обращения (06. 02. 2019)

3. Гейтовая система управления проектом: скрещивание моделей управления портфелем и интерактивной разработки [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.advanta-group.ru/blog/gejtovaa-sistema-upravlenia-proektom/, свободный. – Загл. с экрана. Дата обращения (06. 02. 2019)

Система автоматизированного проектирования беспилотных самолётов

Маслов С.А., Соснов О.Р.
МАИ, Москва
serge30286@gmail.com

Система автоматизированного проектирования (САПР) состоит из библиотек статистических данных, требуемых для формирования облика аппарата на нулевой итерации, математических алгоритмов, требуемых для итерационного расчёта, пользовательского интерфейса для удобства работы с программой и руководства пользователя для пояснения функций системы и упрощения использования САПР.

Перед началом работы пользователю требуется ввести следующие данные:

• Масса полезной нагрузки;
• Дальность полёта.

После получения вводных значений программа использует статистические данные для формирования опорного облика будущего летательного аппарата. Из библиотеки статистических данных определяются следующие характеристики:

• Относительная масса полезной нагрузки;
• Тяговооруженность;
• Параметры крыла и хвостового оперения;
• Воздушный винт;
• Стартовая масса.

Далее алгоритм рассчитывает массы всех узлов и агрегатов летательного аппарата, кроме двигательной установки, и вычисляет потребную мощность. Затем под потребную мощность

подбирается двигатель из статистических данных и определяется суммарная масса летательного аппарата. После чего программа рассчитывает новую потребную мощность и, если предлагаемый двигатель не способен развивать требуемую мощность, то подбор двигателя производится повторно. В заключение после подбора двигателя, программа определяет габариты аппарата и предоставляет все данные пользователю.

Применение САПР позволяет ускорить процесс проектирования аппарата и снижает вероятность ошибок. В дальнейшем планируется расширение функционала программы, наращивание библиотек статистики, увеличение вариативности проектных вариантов.

Обзор перспектив использования солнечного паруса

Мельников Я.К., Коротков А.И.
МАИ, Москва
yarik.mel96@mail.ru

Солнечный парус – это приспособление, которое использует давление солнечного света на зеркальную поверхность для приведения в движение космического аппарата. Это жизнеспособное и перспективное средство передвижения для CubeSats — небольших стандартизированных космических аппаратов, которые являются частью глобальных усилий по снижению стоимости космических исследований.

Использование солнечного паруса позволит повысить значения полезной нагрузки космического аппарата (КА) за счет отсутствия на борту значительного количества запасов топлива. Источником энергии для движения являются поток фотонов, излучаемый Солнцем.

Использование солнечного паруса возможно только на высоких околоземных орбитах или на межпланетных траекториях. Это связано с тем, что на низких околоземных орбитах тяги, создаваемой этим приспособлением, недостаточно для полного преодоления атмосферного сопротивления, что приводит к постепенному снижению скорости КА и дальнейшему его сваливанию с орбиты.

Необходимо проектировать конструкцию КА и разрабатывать системы ориентации таким образом, чтобы в процессе полёта обеспечить необходимое расположение солнечного паруса по отношению к потоку солнечных лучей. Также надлежит исключить взаимное затенение поверхностей солнечных батарей и паруса.

Список литературы:

1. Novate [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://novate.ru/blogs/290515/31463/, свободный. Дата обращения (15. 02. 2019)

2. Световой Парус / Планетарное общество [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.planetary.org/explore/projects/lightsail-solar-sailing/, свободный. Дата обращения (16. 02. 2019)

Применение поляризационно-оптического метода определения деформации в статических испытаниях ракетно-космической техники

Нагурный И.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Лежин Д.С.
АО «РКЦ"ПРОГРЕСС"», Самара
ivanronaldo94@mail.ru

В настоящие время при прочностных расчетах ракетно-космической техники актуальной является задача верифицирования результатов математического моделирования и экспериментальных данных в процессе испытаний. Существует множество видов экспериментальных методов определения деформаций. В данной работе для экспериментального получения полей деформаций рассматривается поляризационно–оптический метод. Метод позволяет анализировать полную картину распределения

деформации, в том числе и при сложной геометрии образца. Однако метод подразумевает относительно не простую технологию нанесение фотоупругого покрытия.

Целью работы является получение опыта использования оборудования, отработка технологии нанесения фотоупругого покрытия на базе модельных образцов. А также получение данных в процессе прочностных испытаний деталей ракетно-космической техники, изготовленных по аддитивным технологиям, с целью верификации их с расчетной моделью. Анализ полей деформаций проводится отражательным полярископом LF/Z-2, выпускаемым подразделением Micro-Measurements компании Vishay Precision Group.

Испытания на статическую прочность детали «вилка» выполнялись на разрывной машине INSTRON. На деталь было нанесено фотоупругое покрытие и тензодатчики для сравнительного анализа результатов. Нагружение производилось ступенчато до 5 тонн по одной тонне за шаг в первом случае, и до 10 тонн по одной тонне во втором случае. На всех ступенях нагружения производилась регистрация деформации на фотоупругом покрытии и тензометрией. В третьем случае нагружения, определялась разрушающая нагрузка. Также деталь рассчитывалась методом КЭ в ПО ANSYS. В докладе представлены результаты этих экспериментальных исследований и сравнение значений деформаций и картин их распределения, полученные экспериментальным и расчетным методами.

В настоящее время отрабатывается технология нанесения покрытия на модельную лопатку с целью исследования деформаций в пере и зоне перехода от пера к замку и другие детали сложной геометрической формы. Рассматриваются возможности применения поляризационно-оптического метода в процессе прочностных испытаний основный изделий АО «РКЦ» ПРОГРЕСС», применение метода в экспериментальном аддитивном производстве.

Программное обеспечение для расчета параметров внутренней баллистики грунтового реактивного аппарата

Никифоров А.В., Каскинбаев А.Ф., Балычев А.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва
rbaf02@mail.ru

Настоящая работа посвящена разработке программного обеспечения для расчета параметров внутренней баллистики грунтового реактивного пенетратора (ГРП), способного двигаться в грунте с высокой скоростью за счет тяги ракетного двигателя твердого топлива (РДТТ).

В интегрированной среде разработки программного обеспечения Borland Delphi 7 авторы создали программу, которая позволяет предоставить все необходимые данные для расчета внутренней баллистики ГРП. А именно, пользователь программы задает параметры реактивного пенетратора (требуемое давление в камере сгорания, диаметр камеры сгорания, количество шашек, тип топлива, конфигурация заряда) и получает следующие данные: график зависимости изменения давления в камере сгорания от времени, диаграмма тяги ракетного двигателя твердого топлива от времени, зависимость скорости горения топлива от давления в камере и температуры заряда. Меняя начальные параметры ГРП, программа выдает соответствующие им данные внутренней баллистики. В итоге предлагается несколько вариантов начальных параметров грунтового реактивного пенетратора с различными характеристиками внутренней баллистики. Сравнивая данные между собой, пользователь может выбрать удовлетворяющий ему вариант.

Таким образом, авторы в вышеупомянутой среде разработке Borland Delphi 7 создали программу, благодаря которой можно быстро и качественно определить параметры внутренней баллистики РДТТ, которая в дальнейшем используется для выбора оптимальных условий запуска ГРП, а также его параметров движения.

Проектирование мембранно-разделительного узла РДТТ двукратного включения

Овчинников А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Петраш В.Я.
МАИ, Москва
vik_43@mail.ru

Рассмотрены вопросы проектирования узла, устанавливаемого между камерами РДТТ, позволяющего реализовать двукратное включение двигателя. Такой узел представляет собой металлическую решетку с закрепленной на ней неметаллической мембраной из жаропрочной стали. На мембране выточены специальные канавки, способствующие разрыву мембраны при срабатывании маршевой ступени и обеспечивающие свободное прохождение раскаленных газов. Проведен анализ шести вариантов материалов мембраны и выполнена оптимизация толщины и количества канавок по массовому критерию при заданном запасе прочности, равном 1,4. Расчеты на прочность мембраны проводились в программном пакете SolidWorks Simulation для двух режимов работы: стартовый при расчетном давлении в камере рк1 = 65.10**5 Па и маршевый при давлении рк2 =30.10**5 Па. На стартовом режиме мембрану удерживает от разрыва решетка, предотвращающая разрыв лепестков мембраны в сторону маршевого заряда и выполненная из того же материала, что и мембрана. На маршевом режиме действующее на мембрану давление рк2 должно способствовать её разрушению, не повреждая конструкцию двигательной установки и обеспечивая беспрепятственное прохождение раскалённых газов по тракту двигателя [3]. Получены максимальные напряжения, оцененные по эквивалентным напряжениям по критерию Вон Мизеса, максимальные перемещения и деформации. На стартовом режиме они находятся в допустимых пределах. Коэффициент запаса прочности, рассчитанный по максимальным значениям напряжений, в сравнении пределом текучести данного материала, также удовлетворяет требованиям конструкции. На маршевом режиме эпюры запаса прочности и деформации показали, что при давлении рк2 запас прочности мембраны равен 0.09 – меньше единицы, что обеспечит разрыв мембраны. При проведении расчетов были построены трехмерные модели, как самой мембраны, так и специальной решетки жесткости. Полученные результаты свидетельствуют о возможности конструктивной реализации рассмотренного мембранно-разделительного узла.

Список литературы:

1. Управляемые энергетические установки на твёрдом ракетном топливе, под ред. Соколовский М.И., Петренко В.И. М: Машиностроение, 2003.
2. Фахрутдинов И. Х. Конструкция и проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива: Учебник для машиностроительных ВУЗов. – М: Машиностроение, 1987.
3. Райзенберг, Б А, Ерохин, Б Т и Самсонов, К П. Основы теории рабочих процессов в ракетных системах на твёрдом топливе. – М: Машиностроение, 1972.

Акустическая защита обтекателя полезной нагрузки

Оганесян К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва
oganesyankarapet@mail.ru

Нагрузки, передаваемые на полезную нагрузку от ракеты-носителя в первые несколько минут полёта намного более серьезны, чем любая нагрузка, которую испытывает груз на орбите. Следовательно, полезные нагрузки квалифицируются, подвергая их нагрузкам, величина и частота которых являются репрезентативными среды запуска. Более тяжелая среда увеличивает стоимость размещения полезной нагрузки на орбите, поскольку она должна быть рассчитана на более высокие пусковые нагрузки. Снижение этих нагрузок дает разработчикам и изготовителям космических аппаратов ряд преимуществ, такие как возможность

использовать больше готовых компонентов и продлить срок службы миссии за счет транспортировки топлива вместо конструктивной массы, повышения живучести космического аппарата за счет снижения полётных квалификационных нагрузок. За последние несколько лет пассивная виброизоляция достигла огромного прогресса в снижении уровней передаваемых механических нагрузок от ракеты-носителя через адаптер полезной нагрузки к полезной нагрузке. Поскольку виброизоляция получает широкое применение, в ближайшее время акцент сместится на ослабление акустических нагрузок.

Акустические нагрузки являются основным компонентом среды запуска для ракеты-носителя. Внешние уровни звукового давления на ракету-носитель могут достигать 150 дБ в зависимости от летательного аппарата и стартовой конфигурации. Величина акустических нагрузок, передаваемых на полезную нагрузку, зависит от внешней акустической среды, а также от конструкции обтекателя полезной нагрузки и его звукопоглощающей обработки. Несколько подходов, которые можно широко сгруппировать в пассивные и активные, можно использовать для снижения акустических пусковых нагрузок. Можно также рассмотреть два других подхода, таких как модификация среды помех и модификация вложенной полезной нагрузки. Первый из них потребует изменения профиля полёта ракеты-носителя, что нереально. Второй способ, это фактически тот подход, который в настоящее время используется, в котором полезная нагрузка усиливается, чтобы выдержать высокие пусковые нагрузки. Дополнительным ограничением, накладываемым на полезную нагрузку, является то, что касается разделения, приборная часть полезной нагрузки с акустическими датчиками должна быть исключена. Эти ограничения заставляют сосредоточить все усилия по акустическому смягчению на обтекателе.

Тенденция к созданию композитных обтекателей полезной нагрузки для уменьшения сухого веса ракеты-носителя оказывает отрицательное влияние на акустические уровни внутри обтекателя полезной нагрузки. Это связано с тем, что одним из наиболее эффективных средств улучшения характеристик пассивной акустической передачи конструкций является просто добавление массы в конструкцию, которая противодействует цели снижения веса композитных обтекателей. В настоящее время стандартной отраслевой практикой является использование пассивных акустических одеял, которые ослабляют звуковую энергию, улавливая энергию в материале одеяла и рассеивая её в виде тепла. Однако, пассивные одеяла ограничены в своей низкочастотной эффективности. Это связано с тем, что для того, чтобы одеяло было эффективным, его толщина должна составлять значительную часть длины волны излучения для данной частоты. Таким образом, поскольку длины акустических волн увеличиваются с уменьшением частоты, единственный способ улучшить нижний предел частоты пассивного слоя — сделать его толще, что нежелательно из-за большой массы и объема штрафов, которые накладываются. Другие пассивные подходы работают путем добавления механизмов рассеяния к ограждающей структуре или акустической полости. Добавление структурного демпфирования уменьшает величину вибрации при структурных резонансах, что, в свою очередь, уменьшает акустическое поле, передаваемое на этих резонансных частотах.

Мотивацией для активного акустического затухания в обтекателях полезной нагрузки является ограниченная низкочастотная эффективность добавленной массы и акустических одеял. Добавленная масса имеет ограниченную эффективность на низких частотах; его основная функция заключается в увеличении вносимых потерь обтекателя выше его частоты. Акустические одеяла менее эффективны на низких частотах, потому что поглощение звука ограничено толщиной одеяла. Одеяла обычно имеют толщину от 2 до 4 дюймов, что делает их эффективными примерно до 300–400 Гц. Ниже этих частот длина волны звука слишком велика, чтобы звуковые волны могли улавливаться в одеялах и рассеиваться в виде тепла. Добавленное демпфирование эффективно только в тех ситуациях, когда структурные моды хорошо связаны с акустическими модами внутренней полости. Резонаторы Гельмгольца имеют те же недостатки, что и пассивные одеяла.

Вибропрочностные испытания макета космического аппарата (КА)

Плаксина Л.О., Омельченко В.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МГТУ им. Н.Э. Баумна, Москва
l-plaksina@list.ru

Целью вибропрочностных (динамических) испытаний является проверка способности конструкции изделия противостоять разрушающему действию вибраций и ударных нагрузок.

Задачами вибропрочностных (динамических) испытаний являются:

• Определение уровней вибраций в местах установки оборудования, приборов и агрегатов при воздействии акустических нагрузок;

• Подтверждение вибрационной прочности конструкции для случаев автомобильного, железнодорожного и авиационного транспортирования;

• Подтверждение прочности конструкции при воздействии вибрационных и акустических нагрузок участка выведения;

• Подтверждение прочности конструкции при срабатывании пиросредств;

• Проверка динамических характеристик и определение амплитудно-частотных характеристик в составе макета, подтверждение значений низких собственных частот и коэффициентов основных элементов конструкции;

• Корректировка (при необходимости) рабочей документации КА. Вибропрочностные (динамические) испытания должны выполняться:

• На автономной панели корпуса КА;

• На макете КА для зачетных вибропрочностных испытаний.

При вибропрочностных (динамических) испытаниях макета КА должно быть реализовано испытательное (квалификационное) нагружение, имитирующее:

• Испытания на синусоидальное вибрационное воздействие;

• Испытания на случайную вибрацию;

• Испытания на акустическое воздействие;

• Испытания на ударное воздействие.

Макет КА для вибропрочностных испытаний включает в себя макет корпуса КА для статических испытаний с установленными габаритно-массовыми (электрически не действующими) макетами составных частей КА, изготовленными в соответствии с требованиями ОСТ 92-0266-73.

При проведении вибропрочностных (динамических) испытаний масса двигательной установки соответствует по массе максимальной заправке рабочим телом.

Макет для вибропрочностных испытаний комплектуется имитаторами солнечных батарей: имитаторы солнечных батарей для макета КА для вибропрочностных (динамических) испытаний обеспечивают соответствие массы, положения центра масс.

Испытания макета КА для вибропрочностных испытаний на синусоидальное вибрационное воздействие и на случайное вибрационное воздействие выполняются на испытательном стенде при вертикальном положении макета КА (ось «+YКА» направлена вертикально вверх).

Испытания на акустическое воздействие выполняются в реверберационной камере при горизонтальном положении макета КА для вибропрочностных испытаний.

Уровень испытательного нагружения при испытаниях на акустическое воздействие определяется значением соответствующего эксплуатационного нагружения, увеличенного на 3 дБ.

При проведении испытаний на акустическое воздействие выполняется измерение виброускорений на корпусе макета КА в местах установки макетов аппаратуры бортовых систем КА.

Испытания на ударное воздействие выполняются на макете КА для вибропрочностных испытаний, оснащаемом пиротехническими штатными средствами отделения КА от адаптера

КА/РН. Требования к адаптеру уточняются при выборе РН. При проведении испытаний макет КА устанавливается вертикально.

При проведении испытаний на ударное воздействие выполняется измерение временных параметров ударного воздействия и спектра ударного воздействия в диапазоне частот до 5000 Гц.

При проведении всех видов вибропрочностных (динамических) испытаний выполняются фото- и видео- документирование процесса испытаний. При проведении акустических испытаний фото- и видео- документирования выполняются через иллюминаторы реверберационной камеры.

Все виды вибропрочностных (динамических) испытаний проводят в нормальных климатических условиях в закрытых отапливаемых помещениях.

Безударное разделение отсеков космического разгонного блока

Платунов Д.А.
Научный руководитель — Нуруллаев Э.Д.
МАИ, Москва
fartas90@mail.ru

Основными частями двухступенчатого космического разгонного блока являются центральный блок второй ступени и разгонный блок первой ступени. Блок второй ступени включает в частности двигательную установку, топливный бак и приборный отсек. Блок первой ступени включает в частности тормозные твердотопливные ракетные двигатели и топливный бак. Расхождение блоков при разделении происходит за счет срабатывания пиро-замков и включения тормозных твердотопливных ракетных двигателей. Так возникает необходимость обеспечить безударное расхождение элементов конструкции одного блока относительно другого блока. Тогда опасным фактором определен изгибающий момент, возникающий в связи с разнотяговостью тормозных твердотопливных ракетных двигателей, и приводящий к вращению блока первой ступени относительно центра масс. Тогда опасными элементами соударения выявлены стыковочный шпангоут блока первой ступени и край сопла двигателя блока второй ступени. Для предотвращения соударения блоков сразу после срабатывания пиро-замков применяется установка гладких штырей в стыковочном шпангоуте для обеспечения соосного расхождения блоков в начале разделения. После схода со штырей происходит свободное расхождение блоков до пересечения плоскости края сопла в конце разделения. Таким образом, обозначены штыревой и свободный участки разделения блоков. Введена система координат, связанная с блоком второй ступени. Во введенной системе координат составлена система дифференциальных уравнений движения, учитывающая суммарную тягу тормозных твердотопливных ракетных двигателей, массу конструкции блока первой ступени, диаметр блока первой ступени, длину блока первой ступени, момент инерции конструкции блока первой ступени, центр масс блока первой ступени, изгибающий момент. После интегрирования получены выражение для времени прохождения штыревого участка разделения блоков с учетом длины штырей и выражение для времени прохождения свободного участка разделения блоков с учетом первоначального поперечного зазора в плоскости края сопла. Разработана расчетная программа, позволяющая обосновывать проектно-конструкторские решения безударного разделения отсеков.

Современные проблемы развития российской космонавтики

Смирнов И.В.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
ilia-38@yandex.ru

В настоящее время космическая отрасль является одной из самых актуальных, если не сказать необходимых, отраслей для развития нашей страны и мира в целом. Телевидение высокой четкости, бесперебойная связь, возможность отслеживать свой путь по навигатору – все эти, казалось бы, привычные для нас вещи, были бы невозможны без развития космической программы, выведения на орбиту спутников и изучения космического пространства. Однако при осуществлении подобной деятельности достаточно часто возникают весьма серьезные проблемы, которые, несомненно, требуют решения. Трудности исполнения этих решений ярко выражены в российской космонавтике и приводят к её отставанию.

Причин «отставания» российской космической программы может быть несколько. И увеличение срока службы космических аппаратов и спутников – лишь самая оптимистичная из них. Достаточно часто совершаются ошибки при сборке, порой критические для собираемой ракеты, а, соответственно, и для доставляемого на орбиту полезного груза. Из этого можно сделать неутешительный вывод о допущении преступной халатности при сборке ракет и установке датчиков. К сожалению, подобные ошибки в последнее время весьма распространены.

Помимо технических проблем, возникающих на разных этапах производства, существует ещё одна более существенная проблема космической отрасли, устранить которую «механически», пока не удается. Это проблема финансовых вложений и контроля над ними. Так задержка ввода в эксплуатацию всем известного космодрома «Восточный» была вызвана «пропажей» средств, выделенных государством и компанией «Роскосмос» компании-подрядчику.

Затруднения, возникающие при строительстве космодромов на территории Российской Федерации, напрямую влияют на решение другой достаточно серьезной проблемы – отсутствия возможности осуществления пилотируемых запусков без зависимости от других стран.

Также многие предприятия, занимающиеся ракетно-космической деятельностью и космическими аппаратами, сейчас жалуются на отсутствие государственного финансирования. Однако, как показывает действительность, проблема этих предприятий не в финансировании со стороны государства тех или иных проектов, а в нежелании или неумении руководства самих предприятий переквалифицировать часть производства под другие нужды, например, под производство гражданской продукции.

Что касается рекламы, то на данный момент рядовые граждане нашей страны недостаточно информированы о государственной космической программе, так как реклама в этой сфере очень плохо налажена. Из-за этого у простых граждан теряется какой-либо интерес к космосу, несмотря на то, что без достижений в этой сфере, жизнь была бы совсем другой. Отсутствие пиара – это очень серьезное упущение, как корпорации «Роскосмос», так и государства в целом.

Кроме того, те, кто сейчас учится на конструкторов, двигателистов, инженеров и т.д., учатся в стенах Московского Авиационного Института в футболках SpaceX и NASA и мечтают, закончив его, уехать за границу и работать там с Илоном Маском и другими иностранными компаниями, не желая вкладываться в реализацию космической программы своей страны. Представляется, что если мы не хотим допустить отставания России в изучении и освоения космоса, нам – будущим инженерам и конструкторам, выпускникам МАИ — нужно в первую очередь начать с себя, научиться своей специальности и возможно даже набраться опыта у ведущих космических держав мира.

Список литературы:
1. Россия в космосе. Как действительно обстоят дела в отечественной космонавтике. URL: https://knife.media/russia-in-space/
2. Потерянная миссия: почему Россия отстает в космосе уже и от Китая. URL: https://www.rbc.ru/opinions/technology_and_media/03/11/2017/59fc316d9a79474d4d2c3842
3. Космонавтика: СССР и Россия (часть 1 из 2). URL: https://www.planet-kob.ru/articles/7343/kosmonavtika-sssr-i-rossiya-chast-1-iz-2

Исследование влияние краевого эффекта на прочность балочных конструкций изделий ракетно-космической техники из композиционных материалов

Суворов А.С.
МАИ, Москва
leks.276086@mail.ru

Балочные конструкции в виде осесимметричных оболочек из полимерных композиционных материалов на основе углеродных волокон и полимерной матрицы находят широкое применение в качестве силовых элементов конструкций современной ракетно-космической техники. Наиболее распространены среди таких конструкций оболочки, которые имеют подкрепления в виде шпангоутов или фланцев, обладающие более высокой жесткостью по сравнению с оболочкой. Если на такую конструкцию воздействовать, например, внутренним давлением, то это приведет изгибу оболочки вблизи фланца или шпангоута, из-за их большей жесткости, а также размера. Это явление называется краевым эффектом. Данная работа посвящена исследованию оптимальной геометрической формы соединения оболочки с силовым подкреплением на торце этой оболочки, то есть днищем.

Предметом рассмотрения данной работы является сплошной цилиндр с днищем, выполненный из стеклопластика, армированного эпоксидным связующим. Цилиндр имеет следующие параметры: высота H=1000 мм, внутренний диаметром D=200 мм; нагружение конструкции производилось внутренним давлением. Оптимальную геометрическую форму соединения днища и цилиндрической оболочки определяем из условия минимальной массы при ограничениях по уровню напряжений. Расчет конструкции проводится численно с помощью метода конечных элементов, который позволяет учитывать различного рода неоднородности (например, жесткие включения и другие), разнообразные типы граничных условий и нагрузок.

Проводится сравнение результатов расчета для оболочек, имеющих различные типы соединений днища и цилиндрической оболочки.

Результаты работы могут быть использованы при проектировании цилиндрических конструкций с жесткими элементами, увеличивающие прочностные характеристики корпуса в целом, а также при создании баллонов высокого давления с различными видами подкреплений (в основном кольцевыми шпангоутами) для перспективных образцов ракетно-космической техники.

Список литературы:
1. Васильев В.В. Механика конструкций из композиционных материалов. – М.: Машиностроение, 2008. – 272 с.
2. Образцов И.Ф., Васильев В.В., Бунаков В.А. Оптимальное армирование оболочек вращения из композиционных материалов. – М.: Машиностроение, 2010. – 185 с.

Усовершенствование системы измерения скорости на многоцелевой баллистической установке

Тарасов А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Терентьев М.Н.
МАИ, Москва
tarasoff.antoha@yandex.ru

В настоящее время общей отличительной чертой разрабатываемых космических аппаратов по проектам космических миссий является то, что они должны обеспечить посадку на Землю или Марс при входе в атмосферу со скоростями порядка второй космической.

Этим обусловлена актуальность создания экспериментальной установки, обеспечивающей проведение исследований лучистых тепловых потоков за ударными волнами, возникающими при входе космических аппаратов в атмосферу со второй космической скоростью. Такой установкой является многоцелевая баллистическая установка (МБУ).

На установке моделируются процессы и условия столкновения изделий РКТ с метеороидными частицами и космическим мусором.

В используемой на установке МБУ системе измерений скорость соударения является основным выходным параметром, определяемым по результатам испытаний. Измерение скорости метаемого элемента (модели) на установке МБУ осуществляется косвенным методом путем расчета по результатам измерений времени пролета моделью базового отрезка (базы) известной длины.

Метод измерения скорости соударения основан на использовании специально разработанного многоканального фотоэлектрического устройства (МФУ).

В процессе эксплуатации системы измерений с МФУ был выявлен ряд недостатков, влияющих на качество и работоспособность системы измерений скорости.

К этим недостаткам следует отнести:

• Уменьшение амплитуды сигналов, регистрирующих пролет частицы, с уменьшением размера частицы и величины давления в баротрассе;

• Нарушение целостности измерительных линий внутри устройства из-за нагрузок при соударении с мишенью, что приводит к демонтажным и ремонтным работам;

• Уменьшение амплитуды сигналов из-за осаждения копоти, нагара на поверхность фотодиодов, что также требует разборки и чистки устройства через 2 – 3 испытания.

В связи с этим появилась необходимость совершенствования существующей системы измерений, что позволит расширить возможности исследований на МБУ.

Главной особенностью совершенствования системы измерений скорости является замена МФУ на устройства (датчики/высокоскоростные измерители), позволяющие устранить недостатки, перечисленные выше.

Варианты: 1) оптоэлектронные датчики — устройство позволит устранить все недостатки, однако этого не хватит, чтобы компенсировать дороговизну и обслуживание устройств (для полноценной работы таких датчиков должно быть как минимум два экземпляра); 2) индукционные датчики – устройство данного типа разработано вручную, что позволяет задать все необходимые параметры изначально, имеет небольшую стоимость, обладает хорошей надежностью; 3) дисковые измерители – ассортимент устройств данного типа весьма ограничен из-за ограничений по работе на установке, но, тем не менее, позволяет использовать некоторые модели, обладающие хорошей защитой, высокой чувствительностью, большим частотным диапазоном.

Текущее решение, как и некоторые из предложенных датчиков/приборов, соответствуют требованиям, заявленным в техническом задании.

В процессе эксплуатации системы измерений с различными измерительными устройствами, экспериментальным путём было выявлено лучшее, по критериям, влияющим на качество и работоспособность системы измерений скорости:

• Изделие обеспечивает измерение скорости соударения в диапазоне от 4000 до 8000 м/с;

• Приведенная относительная погрешность измерений не превышает 1,5%;

Данным устройством является усовершенствованный магнитный датчик. Выбранный датчик с равной степенью надежности справляется с поставленной задачей измерения скорости соударения на многоцелевой баллистической установке, аналогично другим, предложенным ранее приборам/методам, но он дешевле и проще в обслуживании и ремонте, в отличие от остальных. Данное решение позволило достигнуть результатов:

• Стало возможным метание ударников произвольной (некомпактной) формы;

• Переход на новый калибр баллистического ствола, что позволяет увеличить поперечный размер метаемых ударников до 0,014 м;

• Увеличение диапазона скоростей метания – до 8000 м/с

Два магнитных датчика были установлены в двух измерительных сечениях на расстоянии 1 м друг от друга по оси баротрассы и на 0,5 м от мишени. Такое расположение магнитных датчиков позволяет считать определенную с их помощью скорость пролета за скорость соударения и сравнивать это значение со скоростью соударения, полученной расчетно-экспериментальным методом.

Таким образом, было изготовлено два магнитных датчика, проверена их работоспособность в лабораторных условиях.

Результаты автономных испытаний показали надежную работу магнитных датчиков для различных условий эксперимента. Максимальная полученная разница скоростей (30 м/с) укладывается в допускаемую погрешность измерений скорости 1,5%.

Проектирование ракетно-космической техники под заданную стоимость

Хамадов Р.Р.
Научный руководитель — доцент, к.пол.н. Крутов А.В.
МАИ, Москва
rus.ru97@mail.ru

Проектирование РКТ в пределах заданной стоимости – это проектирование продукции, себестоимость производства которой не превышает заданной величины, при условии, что показатели качества продукции сохранятся не ниже заданного минимального значения.

В практике прогнозирования исследовательских проектов важное место занимают два метода:

• Интервальная оценка трудоемкости и стоимости проекта;

• Анализ стоимости жизненного цикла изделий (ЖЦИ) РКТ.

Данный методы описываются системным подходом по контролю затрат на для всего жизненного цикла РКТ. Основная идея заключается в расчете затрат с самых ранних этапов. Принимая правильные проектные решения на ранних этапах разработки можно избежать ненужных затрат на более поздних этапах. Целью оценки затрат является получение предварительного расчета расходов, необходимых для завершения каждой операции проекта и проекта в целом, включая затраты на разработку, испытания, внедрение, эксплуатацию, обслуживание и утилизацию изделий РКТ. Также предусматривают резервы на случай реализации рисков или возникновения непредвиденных расходов.

Метод проектирования под заданную стоимость предусматривает такие процедуры как:

1. Из заданной величины себестоимости выделяются компоненты, определяемые трудоемкостью и материалоемкостью изделия. Для некоторых процедур затраты на рабочую силу могут составлять основную часть общей стоимости. Рабочее время должно быть определено и рассчитано как часть процесса проектирования изделия, а проект должен быть направлен на его минимизацию.

2. Из расчетной величины компоненты себестоимости, зависящей от трудоемкости производства и эксплуатации изделия, определяется максимальная величина трудоемкости изделия.

3. По зависимости трудоемкости изделия от показателя интегральности конструкторско-технологического облика изделия находим минимум при максимальном значении трудоемкости.

4. Определяем наличие альтернативных вариантов конструкторско-технологического облика изделия, соответствующих заданными ограничениями по трудоемкости.

5. Определяют ряд решений, соответствующих заданным требованиям по созданию изделия, далее оценивается затраты по трудоемкости альтернативных вариантов конструкторско-технологического облика изделия и, при необходимости, корректируются исходные решения.

6. Анализ рисков для минимизации последствий на ранних этапах разработки РКТ. Анализ рисков проводится в несколько этапов:

1. Определение и оценка рисков.

2. Оценка возможных материальных потерь в случае наступления риска.

3. Выбор и применение мероприятий по избеганию или минимизации последствий

7. Проводится оценка расходов на материалы, необходимые для производства изделия, их соответствие материалоемкости. При необходимости корректируют соотношения компонентов себестоимости с последующим пересчетом трудоемкости и интегральности.

8. Из всех вышеперечисленных расчетов выбирается вариант, удовлетворяющий всем установленным требованиям.

Космические аппараты отличаются большим разнообразием компоновок, высокой их плотностью, для расчета которой необходимо оперировать трехмерными моделями приборов и механизмов. А также следует учитывать, что космические аппараты функционируют в двух состояниях: выведение на орбиту и работе на орбите, что требует расчета обоих случаев. Для учета этих особенностей, свойственных специфики отрасли, можно, к примеру, ввести в этапы производства космической техники методики нисходящего проектирования в модели данных и бизнес-процессов аэрокосмического предприятия, что позволяет наглядно продемонстрировать конструкторско-технологические облики изделия, сопоставить их с альтернативными вариантами, упрощает оценку расходов на материалы и конечный расчет. Она заключается в трехступенчатой схеме разработки электронного макета изделия: «функциональная схема –проектный ЭМИ – конструкторский ЭМИ».

Данную систему проектирования под заданную стоимость можно использовать при разработке перспективных КА «Кондор-ФКА», для серийных производств различных спутников или научных приборов для миссии "ЭкзоМарс".

Список литературы:

1. Зобнин В.А.: Проектирование авиационных конструкций под заданную стоимость: идеология и принципы//Труды VII Форума Российского вертолётного общества, М., 2006

2. М. В. Корчагина, К. С. Мухиддинов: Риски инновационных проектов // Экономика и экология территориальных образований. 2019. Т.3, № 2. С. 52-56.

3. А. Д. Цисарский: Прогнозирование затрат при создании РКТ // ВЕСТНИК ЮРГТУ (НПИ). 2017. № 3, 2017

4. М. В. Лихачев: Методика нисходящего проектирования космического аппарата // Вестник СибГАУ Т. 16, № 2. С. 423–429, 2016.

Проектирование многоразовых ракет носителей с учётом обеспечения требований по надежности

Чжо Свар Хтет, Ньан Сое Све
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Золотов А.А.
МАИ, Москва
yethuta.94.676.ytt@gmail.com

В ближайшей перспективе эффективное использование космоса может быть обеспечено за счет применения многоразовых транспортных космических систем. К основным преимуществам относят снижение затрат на выведение полезной нагрузки в космос и улучшение экологических показателей за счет возврата ступеней: исключение падения блоков транспортных средств и засорения околоземных орбит. В данной работе разработана методика выбора проектных решений и представлена методика расчета оптимального ресурса

конструкции первой ступени вертикальной посадки и получены оценки корректирующего множителя, характеризующего степень увеличения коэффициента параметрического запаса по сравнению со значением, соответствующим исходному уровню. Для того чтобы решить задачи проекта нужно использовать по следующим этапам, критерий принятия проектных решений многоразовых ракет носителей, прогнозирование ресурса многоразовых ракетного блока, расчет ресурса МРБ, проектно-баллистический модель функционирования ракетно-носителя, модель согласование массы, надёжности и ресурса, расчет коэффициента увеличения массы конструкции от ресурса, модель согласование массы, надежности и ресурса двигательной установки МРБ и зависимость массы двигательной установки от ресурса.

Показано, что для многоразовых ракет носителей со спасаемой первой ступенью размерность спасаемых блоков больше, чем у одноразовых и работоспособность предлагаемых методов проиллюстрирована на конкретном примере проектирования многоразовых ракет носителей.

Оптимизация параметров и конструкции главного зеркала крупногабаритного оптико-электронного комплекса для перспективного космического аппарата дистанционного зондирования Земли

Шевяков А.О.
Научный руководитель — Парамонов А.А.
Научная рота КВ ВКС, Красногорск
titaserega@mail.ru

Технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса — незаменимый инструмент изучения и постоянного мониторинга нашей планеты, помогающий эффективно использовать и управлять её ресурсами. Современные технологии ДЗЗ находят применение практически во всех сферах нашей жизни.

Изображения, передаваемые крупногабаритными оптико-электронными комплексами (ОЭК) дистанционного зондирования Земли, находят применение во многих отраслях – сельском хозяйстве, геологических и гидрологических исследованиях, лесоводстве, охране окружающей среды, планировке территорий, образовательных, разведывательных и военных целях. Космические системы ДЗЗ позволяют за короткое время получить необходимые данные с больших площадей (в том числе труднодоступных и опасных участков).

Важной составной частью проектирования ОЭК является выбор и оптимизация схемно-конструктивных решений. При проектировании узлов и блоков ОЭК необходимо учитывать требования оптической системы, срок эксплуатации изделия, требования по сохранности. Разрабатываемая оптическая система накладывает целый ряд требований и ограничений по расположению и стабильности компонентов, по возможности юстировки взаимного расположения компонентов на этапах сборки и эксплуатации.

В данной работе была выполнена оптимизация конструкции главного зеркала (ГЗ). ГЗ является основным элементом оптической системы ОЭК, наиболее габаритным, массивным и сложным.

Оптимизация заключалась в изменении масса-габаритных характеристик конструкции ГЗ путём изменения конфигурации структуры облегчения зеркала. Данный тип оптимизации позволяет повысить функциональность аппарата ДЗЗ, благодаря расширению полезного пространства, а также снижению массы КА в целом.

При проектировании главного зеркала решался ряд ключевых задач:

- Минимизация массы;
- Минимизация деформаций рабочей поверхности;
- Создание такой конструкции облегченного зеркала, которая обладает необходимой и достаточной прочностью и жесткостью и обеспечивает его сохранность под действием нагрузок при транспортировании и на этапе выведения космического аппарата.

Конфигурация структуры облегчения ГЗ строилась на основе шестиугольной и треугольной формы ячеек, а также в виде системы радиально расположенных трапеций

различного размера. По результатам предварительного анализа перечисленных вариантов для дальнейшей более подробной проработки были выбраны структуры с треугольными ячейками и радиально расположенными трапециевидными ячейками.

Расчётное исследование было выполнено на базе программного комплекса ANSYS Workbench, в котором была создана сетка конечных элементов, заданы граничные условия, а также проведены, конечно-элементные расчёты.

В результате анализа проработанных вариантов структуры ГЗ предпочтительным вариантом конструктивной реализации было признано ГЗ с трапецеидальной радиальной структурой облегчения, так как напряжения, деформации, а также его масса и относительная стоимость оказались гораздо меньше, чем у варианта с треугольной формой ячеек.

Исследование наземной инфраструктуры космического ракетного комплекса сверхлегкого класса

Шушков А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блатиков Г.А.
МАИ, Москва
artyom.shushik@yandex.ru

Целью исследования является изучение концепции создания космического ракетного комплекса сверхлегкого класса.

Актуальность данной темы состоит в том, что необходимо создание космических ракетных комплексов для сверхлегкого класса, у которых будет повышена частота пусков и они не будут зависеть от пусков тяжелых ракета-носителей, а также будут по всем параметрам более надежны и экономичны, так как будущие развитие ракетно-космической техники напрямую зависит от снижения стоимости космических услуг и повышения их доступности.

Задачи исследования заключаются в изучении технических и стартовых комплексов сверхлегкого класса и предложении их географического расположения на космодроме.

Объектом исследования является будущие развитие ракетно-космической техники связанной со снижением стоимости пусков и повышением их доступности, предметом исследования является расположение и состав наземной космической инфраструктуры для ракета-носителей сверхлегкого класса с максимальной надежностью и минимальными затратами.

Теоретическая и практическая значимость данной работы заключается в том, что исследование ракетных комплексов для ракета-носителей сверхлегкого класса, поможет увеличить количество пусков, а, следовательно, значительно снизить затраты для выведения 10-300 килограммов полезной нагрузки на низкую околоземную орбиту.

В ходе выполнения данной работы было исследовано техническое и стартовое оборудование, а также сооружения и технические комплексы необходимые для создания максимально эффективного космического ракетного комплекса сверхлегкого класса.

Проектирование автоматической межпланетной станции для исследования Венеры

Яковлева Д.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
yakovleva.daria.18.07@gmail.com

Изучение Венеры представляет интерес как с точки зрения фундаментальной науки, так и с точки зрения сравнительной планетологии: исследования Венеры, Земли и Марса позволяют понять раннюю историю формирования планет земной группы и эволюции их атмосфер, различие в истории их тектонической активности. В частности, это помогает провести параллели в будущее, показывая возможные пути эволюции Земли, её атмосферы и климата.

Последние советские миссии на Венеру («Вега-1» и «Вега-2») были отправлены в 1984 году. Космические станции исследования Венеры и кометы Галлея были в целом аналогичны пролетной станции «Венера», но были оснащены приборной сканирующей платформой для слежения за кометой. Внутри СА располагались посадочный аппарат и маленький аэростат с ограниченным числом научной аппаратуры.

Обе АМС отработали штатно и выполнили необходимый объем работ, однако время работы посадочных аппаратов составило меньше часа. Это связано с экстремальными условиями на поверхности планеты – давление выше 90 атмосфер, температура выше 740 К, химически активный состав атмосферы.

Последние советские спускаемые аппараты достигли планеты в 1985 году, и с тех пор исследование Венеры с помощью космических аппаратов прекратилось. Однако осталось множество вопросов о природе этой загадочной планеты, а технологии шагнули вперед и предоставляют возможности для более эффективного и долгосрочного изучения Венеры.

В данной работе представлена конструкция автоматической межпланетной станции со спускаемым на поверхность Венеры модулем, которая позволит увеличить продолжительность работы научной аппаратуры.

В ходе работы произведен расчет траектории, расчет затрат топлива на перелет, проведен сравнительный анализ проектируемого аппарата с АМС "Вега".

Исследование прочности переходного блока при газодинамическом нагружении от двигательной установки первой ступени ракеты-носителя

Ярославцева М.М.
Научный руководитель — Бут А.Б.
МАИ, Москва
chebmaria96@gmail.com

Двигательная установка первой ступени ракеты-носителя оказывает высокие нагрузки на стартовое сооружение в первые секунды полёта. В связи с этим к сооружению предъявляются высокие требования по устойчивости к газодинамическому воздействию, поэтому конструкция стартовой системы должна обладать удовлетворяющими показателями прочности.

На основании параметров двигательной установки первой ступени перспективной ракеты-носителя были рассчитаны параметры струй продуктов сгорания ракетного топлива. Расчет проводился с использованием математической модели расчета сверхзвуковых неизобарических затопленных осесимметричных струй ракетных двигателей с учетом вязко-невязкого взаимодействия турбулентного слоя смешения с ударно-волновым ядром струи и догорания горючих компонент, содержащихся в выхлопных газах.

Для характерных сечений были определены поля давлений торможения. Значения газодинамических нагрузок были введены во второй случай нагружения. Также на основании данных о предполагаемой траектории движения РКН на стартовом участке полёта, было определено расположение сопел ДУ первой ступени относительно центра переходного блока.

Прочностной анализ металлоконструкции переходного блока проведён в программном комплексе Femap NX Nastran, который реализует метод конечных элементов. В результате статического анализа общей прочности была получена прочностная картина как при действии весовой нагрузки от заправленной РКН, так и от газодинамических нагрузок.

По результатам анализа общей прочности конструкции можно сделать следующие выводы: При действии весовых нагрузок от РКН, конструкция блока обеспечивает достаточный запас прочности, однако для улучшения прочностной картины необходимо не жёстко связывать опоры и конструкцию переходного блока; При действии газодинамического нагружения наблюдаются значительные напряжения в элементах конструкции при высоких температурах.

Все результаты получены при помощи методик обеспечивающих достаточную точность расчетов и анализа, поэтому их можно считать достоверными.

Для обеспечения соответствия конструкции переходного блока требованиям прочности считаю необходимым дать следующие рекомендации:

• Обеспечить высокую жёсткость исходной металлоконструкции;

• Установить систему водяной подачи на переходной блок во время пуска ракеты.

Основной научный результат данной работы заключается в решении специализированных задач обеспечения прочности ПУ с использованием новейших численных методов и математических моделей струй продуктов сгорания ракетного топлива.

При последующем анализе конструкции имеются возможности для дополнения и уточнения моделей нагружения и конструкции, так как при проведении дополнительных улучшений, конструкция способна выдерживать нагрузки, действующие при эксплуатации ракеты космического назначения на стартовом комплексе.

Мультироторный летательный аппарат для исследования Венеры

Яценко М.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Воронцов В.А.
МАИ, Москва
misha-yacenko@mail.ru

Исследование Венеры – наукоёмкий и длительный процесс, берущий начало со времен, когда человечество стало отмечать закономерности движения небесных тел, и продолжается в современности, ведь ученые выбирали объектом наиболее интенсивного исследования соседние с Землёй планеты. Освоение Венеры, также как и колонизация Луны и Марса, обещают стать необходимым фундаментом для будущего плодотворного изучения более далеких планет и звездных систем, а также добыть новые данные о процессах зарождения и развития Солнечной системы, в том числе и нашей планеты Земля. Венера является планетой земной группы. Такая схожесть с Землей привлекает ученых. В то же время, планета известна чрезвычайно тяжёлыми условиями, с которыми приходится считаться в полной мере при её освоении, в частности, крайне высокого давления (в 92 раза превосходит земное) и специфического (“агрессивного”) состава атмосферы, который сильно дифференцирован в зависимости от высоты. Вместе с тем на высотах 55- 60 километров от поверхности планеты значения температуры и давления атмосферы близки к земным (у поверхности). Хотя и не стоит забывать о том, что на поверхности Венеры температура может достигать 500ºС, о возможных примесях вредоносных веществ в облачном слое (например, капельной конденсации серной кислоты), о ветрах (до 100 м/с) и о значительном движении и циркуляции самой атмосферы.

В работе рассматривается возможность разработки и осуществления запуска винтового мультироторного летательного аппарата в атмосферу Венеры. Предлагается включить их в состав перспективного венерианского космического аппарата (может быть, даже в проекте «Венера – Д», намеченном к запуску в 2029-2031 году). Безусловно, это сложная техническая система, целью которой является сбор данных о составе и свойствах атмосферы планеты, а также осуществление фото- и видеосъемки её поверхности.

В частности, планируется провести исследования, определяющие:

• Температуры, давления, тепловые потоки, скорости ветра;

• Строение, состав и микрофизические параметры облаков;

• Химический состав атмосферы;

• Скорость потерь составляющих атмосферы;

• Состав и строение облачного слоя.

Мультироторный летательный аппарат (ЛА) относится к классу летательных аппаратов вертикального взлета и посадки (ЛАВВП). Состоит из мотогондолы, полозкового шасси и адаптера крепления полезного груза.

Полезным грузом могут быть:

• Камеры для фото-, видеосъемки;

• Заборники газа и газоанализаторы для взятия проб атмосферы Венеры;

• Прочая исследовательская аппаратура, исходя из потребностей науки.

Проектируемый мультироторный летательный аппарат способен:

1) к вертикальному взлету и вертикальной посадке;
2) к зависанию на определенной высоте на заданное время;
3) спускаться в режиме авторотации (самовращения) винтов;
4) корректировать высоту полёта.

Рассматривается концепция полностью электрического летательного аппарата, а значит и использование электрической силовой установки (ЭСУ).

Источник энергии или модуль системы накопления энергии (СНЭ) – аккумуляторные батареи (АБ).

При рассмотрении данной концепции определено, что наиболее критическим параметром является удельная энергоемкость аккумуляторных батарей – это затраты электрической мощности ЭСУ на 1 кг веса [Вт/кг].

На данный момент показатель варьируется от 100-350 Вт/кг. В ближайшие годы (5-7 лет) рынок обещает АКБ с удельной мощностью 450-500 Вт/кг, что позволит:

1) существенно снизить вес батарей;
2) увеличить дальность полёта.

Рассмотрено три варианта использования мультироторного летательного аппарата в составе перспективного венерианского КА:

Вариант 1: Мультироторный летательный аппарат устанавливается в спускаемом аппарате и сбрасывается во время спуска в атмосфере Венеры;

Вариант 2: Мультироторный летательный аппарат устанавливается в посадочном аппарате. Запуск мультироторного ЛА осуществляется после посадки посадочного аппарата на поверхность Венеры;

Вариант 3: Мультироторный летательный аппарат устанавливается на другом техническом средстве исследования Венеры (например, на аэростате). Запуск осуществляется во время движения аэростата, после его развертывания и введения в действие.

Мультироторные ЛА имеют относительно небольшой вес и способны поднимать в качестве полезного груза до 60% собственного веса, а небольшие габаритные размеры позволяют вписаться в проектируемые венерианские космические аппараты. Это говорит о том, что осуществить такую миссию вполне реально.

Секция №5.3 Проектирование и отработка теплонагруженных конструкций

Уточнение расчёта теплообмена на поверхности спускаемого космического аппарата

Волошенко К.В.
Научный руководитель — Шкуратенко А.А.
МАИ, Москва
kvoloshenko97@mail.ru

При возвращении с орбиты, скорость космического летательного аппарата (КЛА) в верхних слоях атмосферы в 25-30 раз превышает скорость звука, такой полёт сопровождается мощным аэродинамическим нагревом и интенсивным лучистым воздействием высокотемпературной ударной волны и сжатого слоя. Тепловой поток, поступающий в конструкцию, может достигать колоссальных значений, при этом температура поверхности увеличивается до нескольких тысяч градусов. Такие тепловые нагрузки не способен выдержать ни один из традиционных конструкционных материалов. Тугоплавкие металлы, их карбиды и оксиды не могут использоваться в качестве защиты конструкции аппарата от нагрева по следующим причинам: низкая технологичность, интенсивное разрушение вследствие аэродинамического нагрева, высокая теплопроводность.

В связи с этим, одной из основных задач при создании спускаемых КЛА является разработка тепловой защиты (ТЗ), которая должна обладать достаточными теплоизоляционными и механическими свойствами в течение всей лётной программы, а также быть лёгкой и технологичной.

Проектирование эффективной и надёжной ТЗ, отвечающей всем необходимым требованиям, зависит от правильного анализа всех тепловых и силовых факторов, действующих на конструкцию. Наибольший вклад вносит тепловая нагрузка, возникающая при конвективном теплообмене между высокотемпературным газовым потоком и поверхностью КЛА.

В общем случае, методы расчёта конвективного теплообмена на поверхности спускаемого КЛА основаны на численном решении системы дифференциальных уравнений, представляющих математическую модель химически активного пограничного слоя, данная модель базируется на общих законах: движения, диффузии и сохранения энергии [1]. В инженерной практике получил распространение метод, основанный на решении уравнений Фея-Риддела. Как правило, при решении используется ряд упрощающих предположений, а именно, теплообмен рассчитывается при постоянной температуре непроницаемой стенки, которая в несколько раз меньше температуры торможения и постоянна для каждой точки на поверхности.

Реальное значение температуры стенки конструкции может быть вычислено с помощью решения уравнения баланса тепла относительно данной температуры. Такое значение может быть получено только численными методами, так как некоторые члены уравнения баланса тепла являются функциями температуры, представленными в виде таблиц и графоаналитических зависимостей. Описанный вариант расчёта не требует большой вычислительной мощности и позволяет скорректировать значение температуры стенки, что повышает точность определения теплового потока в конструкцию спускаемого КЛА.

Список литературы:

1. Никитин П. В. Тепловая защита: Учебник. — М.: Изд-во МАИ, 2006. — 512 с.: ил.

Проблематика разработки пускового устройства для ракеты-носителя

Поладьев А.А.
Научный руководитель — Бут А.Б.
МАИ, Москва
pisatelst007@mail.ru

Проблематикой разработки современного пускового устройства является такое важное требование, как обеспечение заданного числа пусков без проведения ремонтно-восстановительных работ.

При строительстве газохода особое внимание уделяется прочности конструкции, так как во время запуска ракеты-носителя лоток и его откосы должны выдерживать огромные нагрузки – такие, как газодинамические, ударно-волновые и вибрационные.

Осуществление пусков в зоне воздействия струи двигательной установки может приводить к образованию выемок, глубина которых постоянно будет увеличиваться, что, в конечном итоге, может повлиять на перестройку течения на газоотражателе, сопровождающуюся формированием возвратных, направленных к ракете токов и отрывом струи от газоотражателя.

Для предотвращения данной проблемы разработано три метода защиты, применяющиеся в зависимости от частоты и периода между пусками, а также особенностей конструкции пускового устройства:

1. Пассивная защита элементов конструкции пусковых устройств, которая не влияет на течение газодинамического процесса.
2. Активная защита элементов конструкции пусковой установки, которая может заключаться:

• В создании защитной паровой пленки на самой конструкции;

• В изменении параметров воздействующего струйного потока газов;

• В выведении конструкции из зоны интенсивного воздействия струи или закрытия специальной защитной крышкой в момент воздействия струи двигательной установки.

3. Комбинированная защита, несущая в себе как методы активной, так и пассивной защиты конструкции пусковой установки.

Данные методы обладают различной эффективностью и экономичностью, что необходимо учитывать при расчёте, конструировании и отработке системы охлаждения пускового устройства под конкретную двигательную установку первой ступени ракеты-носителя. Так же они имеют определённые недостатки, например — малую универсальность, влекущую за собой переделывание защищаемой поверхности в случае изменения компоновки двигательной установки, либо сложность использования в различных погодных условиях, особенно зимних, что предлагается компенсировать усовершенствованием способов защиты путём использования более стойких материалов и универсализации газоотражателей на случай изменений в составе ракеты.

Секция №5.4 Анализ и синтез аэрокосмических систем

Перспективы использования многоразовых беспилотных космопланов для решения транспортных задач на низкой околоземной орбите

Алешин Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
1998adv@mail.ru

Космоплан — космический аппарат, выводимый на орбиту не только за счёт собственных двигателей, но и с помощью ракеты-носителя при вертикальном старте или гиперзвуковым самолётом-разгонщиком, при горизонтальном старте.

Низкая околоземная орбита (НОО) — космическая орбита вокруг Земли, имеющая высоту над поверхностью планеты в диапазоне от 160 до 2000 км. В настоящий момент все обитаемые космические станции и большая часть искусственных спутников Земли используют или использовали НОО.

Первые космопланы появились в конце 50-х, начале 60-х годов двадцатого века. Наиболее известными представителями являются космопланы, входящие в системы Энергия-Буран и Space Shuttle. Созданные с целью удешевления космических запусков, они решали задачи по доставке грузов и людей в космос, а также спуска их на землю. Эти системы не получили развития ввиду несовершенства конструкционных материалов и технологии того времени и, как следствие, дороговизны обслуживания.

В настоящее время существуют материалы и технологии, необходимые для успешной реализации такого проекта, подтверждением этому служит экспериментальный космоплан Boeing X-37, созданный совместно с NASA в 2010 году.

Рассмотренная система должна решать задачи вывода и свода с орбиты малых спутников, доставки и спуска грузов с орбитальных космических станций, а также проведения научных экспериментов и исследований. Рассмотрены способы вывода космоплана на орбиту, конструкция и компоновка космоплана, а также способы схода с орбиты и приземления.

Обитаемая космическая станция на орбите Луны

Амосов М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
amosm@mail.ru

Несмотря на то, что люди обитали в космосе на земной орбите в течение многих лет, никогда не существовало обитаемой станции за пределами околоземной орбиты. Многие специалисты утверждают, что именно строительство орбитальной лунной станции станет новым крупным шагом в развитии мировой космонавтики.

Во-первых, лунная станция является важным элементом для создания инфраструктуры Земля-Луна, а значит — важным шагом для колонизации Луны. Эта станция станет опорным пунктом на орбите Луны как для аппаратов, предназначенных для посадки на поверхность спутника, так и для аппаратов, целью которых является выполнение миссий в дальнем космосе.

Во-вторых, создание обитаемой станции на орбите Луны будет "репетицией" полёта человека на Марс. В ходе выполнения миссии должны быть отработаны системы и оборудование вне магнитного и радиационных поясов Земли, выявлены их технические недостатки и несовершенства, определены возможности человеческого организма для жизни и работы в дальнем космосе.

В-третьих, снабдив лунную станцию топливом, можно значительно расширить возможности космических аппаратов, используя её в качестве заправочной станции. В этом случае космическим аппаратам не будет необходимости нести всё топливо.

Для того, чтобы была возможность реализовать этот проект, требуется, как и в случае с МКС, международная кооперация. Кроме того, вряд ли лунная станция сможет дать новые научные данные по сравнению с МКС. У Луны, в отличие от Земли, отсутствует магнитное поле, из-за чего члены экипажа будут подвергнуты влиянию солнечной радиации. Также на орбите Луны имеется намного большее число рисков, чем на орбите Земли, так как отсутствует возможность экстренного возвращения на Землю.

Но, несмотря на перечисленные выше сложности, строительство обитаемой станции на орбите Луны является важным шагом для развития космонавтики. При её создании не только закладывается фундамент для колонизации Луны, но и приобретается опыт работы в дальнем космосе, что в конечном итоге позволит продолжить экспансию на другие планеты Солнечной системы.

Использование пенетратора для исследования внутренней структуры Марса

Антипова А.М.
Научный руководитель — к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
alinaant711@gmail.com

Марс уже давно привлекает учёных из-за своего сходства с Землёй. Высадка людей на красную планету в ближайшем будущем представляется маловероятным событием. Но исследования продолжаются, так как количество изученной информации и объем проведенных работ все ещё является недостаточным. Исследование внутренней структуры Марса позволит нам анализировать процессы, протекающие в толще марсианского грунта, сейсмоактивность и магнитное поле, определить состав и физико-механические характеристики грунта, содержание в нём воды.

Для данных исследований предполагается использовать пенетратор, который представляет собой ударный зонд, способный проникать в грунт на значительные расстояния с высокой скоростью. При этом его исполнение является аналогом пенетраторов советской станции Марс-96 и зонда НАСА DeepSpace2. Пенетратор состоит из двух частей: наземной, позволяющей проводить исследования на поверхности планеты, выполнять топографическую съёмку, и внедряемой, уходящей на несколько метров в толщу реголита. Ценными достоинствами пенетратора, по сравнению с другими буровыми установками, являются простота конструкции и использования, допустимость движения в грунте под любым углом, компактность.

В работе рассматриваются конструкция и основные характеристики пенетратора при заданных условиях эксплуатации; проводится сравнительный анализ двух вариантов посадки: спуск с орбиты с помощью ракетных двигателей твердого топлива и баллистический спуск; рассматривается влияние прочностных свойств марсианского грунта на глубину проникания пенетратора, а также влияние реактивной тяги на проникание в грунт.

Исследование перспективности создания многоцелевой орбитальной станции для исследования дальнего космоса

Бакаев Н.Т.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блатиков Г.А.
МАИ, Москва
shniperson.26@mail.ru

В настоящее время все чаще ведутся разговоры о необходимости развития технологий для исследования дальнего космоса. Все чаще решение этой проблемы называют необходимой для будущего выживания человечества. На данный момент, единственный доступный метод

доставки межпланетных спутников к дальним планетам – использование ракет тяжелого класса. Однако в связи с этим могут возникнуть такие проблемы, как ограничение по форме и размеру космического аппарата, ограниченными головным обтекателем, а также высокой стоимостью запусков, когда возникнет необходимость массово доставлять аппараты к дальним планетам.

Альтернатива запуску КА с применением тяжелых ракет с Земли – запуск аппаратов с орбиты. Использование орбитального комплекса для решения задач освоения дальнего космоса – один из перспективных вариантов. Данный метод может решить такие проблемы, как ограничение КА по размерам и формам, что достигается сборкой аппарата непосредственно на орбите. Так же подобный метод может поспособствовать удешевлению выведения межпланетных кораблей к точкам назначения, ведь такой орбитальный комплекс может быть многоцелевым и использоваться не только в качестве отправной точки КА в дальний путь.

Сборка космического аппарата в условиях микрогравитации может решить проблемы, связанные с недостаточной прочностью конструкции таких узлов, как панели солнечных батарей, что необходимо учитывать при запуске аппарата с Земли. Данная проблема является одним из основных недостатков запуска с использованием ракеты-носителя. Для упрочнения конструкции крепления подобных узлов приходится идти на увеличение массы крепления, что идет в ущерб выводимой полезной нагрузки. При сборке на орбите подобные узлы не будут испытывать лишнюю нагрузку и перегрузку, что позволяет экономить материалы без ущерба для работоспособности космического аппарата.

Кроме этого, запуск с Земли имеет ещё один недостаток, выраженный в ограничении космического аппарата по габаритам, вызванным ограничение габаритов головного обтекателя. Сборка аппарата на орбите позволит создавать космические аппараты разных габаритных и геометрических характеристик.

Аппараты по уборке космического мусора

Бидеева М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
bideeva.madina@mail.ru

Реальность такова, что любая деятельность человека сопровождается образованием предметов, потерявших потребительские свойства, т.е. мусора. Проблема утилизации мусора огромная проблема на Земле. С развитием космической эры, не обошла эта проблема и космическое пространство. Поскольку космическая деятельность быстро развивается, следовательно, мусора становиться все больше и больше. Так, согласно данным издания Orbital Debris Quarterly News, по состоянию на 4 января 2020 г. американскими средствами контроля за космическим пространством на околоземной орбите отслеживались 19952 объекта искусственного происхождения. Это на 173 объекта больше, чем было тремя месяцами ранее. Из этого числа: 5301 – работающие и «умершие» космические аппараты (+120), 14651 – ступени ракет, разгонные блоки и другие обломки (+53).

На данный момент, наиболее засоренными орбитами являются низкая околоземная орбита(НОО), геостационарная орбита(ГСО) и солнечно-синхронная орбита(ССО), так как именно они чаще всего используются для работы космических аппаратов. Проблема космического мусора является важным вопросом безопасности как для функционирующих спутников на орбите, так и для человека, как на Земле, так и в космосе. Поэтому орбиту Земли, засорение которого длится уже более 60 лет, надо срочно очищать.

Одной из проблем космического мусора является то, что лишь небольшая их часть отслеживается с помощью наземных радиолокационных средств, что чревато может сказаться на функционирующих спутниках. Другая сложность состоит в их хаотичном движении, которое повышает вероятность столкновения спутников, ступеней ракета-носителей, а также различных обломков. Это в свою очередь влечет появление нового мусора. Таким образом,

многочисленные столкновения космического мусора могут привести к синдрому Кесслера и дальнейшей непригодности использования ближнего околоземного пространства.

Целью данной работы является рассмотрение существующих проектов по защите Земли от орбитального мусора. Определение плюсов и минусов каждого проекта. На базе рассмотренных проектов разработать свой аппарат по очистке околоземного пространства от космического мусора.

Лунная орбитальная станция

Бугаец Д.А., Еремеева Д.А.
Научный руководитель — Тузиков С.А.
МАИ, Москва
dmitry5417@yandex.ru

Освоение космоса требует либо фундаментальных научных прорывов, либо создания заделов для осуществления дальнейшей экспансии человека за пределы околоземной орбиты. Таким заделом являются лунные облётные и посадочные миссии. Шесть космических полётов по программе «Аполлон», проходивших в промежуток с 1969 по 1972 год, в которых происходила посадка людей на поверхность Луны, показали возможность работы человека на поверхности Луны и собственно целесообразность этой работы.

Строительство лунных орбитальных и наземных баз может дать неоспоримые плюсы при полёте человека в дальний космос. Для перелёта с орбиты Луны до орбиты Марса необходима характеристическая скорость в 5 км/с, в то время как перелёт с орбиты Земли до орбиты Марса потребует больше характеристической скорости, что повысит затраты на топливо. Добыча и переработка лунных природных ресурсов позволит извлечь не только экономическую выгоду, но и практическую, когда вновь прибывшие космические корабли будут потреблять произведённое на Луне топливо и отправляться в полёт дальше. Технологии облёта и посадки американской программы «Аполлон» по сроку времени могут считаться утерянными, поэтому необходимы новые программы по полётам к естественному спутнику Земли, благодаря которым появятся необходимые алгоритмы для массового освоения межпланетной трассы Земля-Луна.

Ресурс МКС постепенно подходит к своему концу, но относительно новые модули, ресурс которых не выработан даже на 50%, после завершения программы МКС планируется сводить с орбиты Земли вместе со всей станцией, что приводит к вопросу о целесообразности расходования данных средств. Проект предусматривает вариант использования и транспортировки на рабочую орбиту модулей лунной орбитальной станции инфраструктуры РС МКС при формировании окололунной орбитальной станции.

Наличие жилой станции позволит значительно упростить процедуру посадки на Луну. Имея базу на орбите, можно увеличить объем и массу посадочного корабля, и доставлять к станции его автоматически. Большой модуль облегчит работу на поверхности, позволит задержаться дольше, привезти больше оборудования, провести больше экспериментов, изучить больше площади, начать капитальное строительство.

Список модулей, отправляемых на орбиту луны: Служебный модуль "Звезда", Малый исследовательский модуль «Поиск» (МИМ2), 2 разгонных блока КВТК «А7», 2 солнечные батареи «ROSA». Полёт к Луне с орбиты МКС займет примерно 5 дней.

Малый КА для технологических и спасательных операций на низких околоземных орбитах

Бычкова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
Bychkova3008@gmail.com

Развитие космонавтики и проведение научно-исследовательских, ремонтных, сборочных и других работ связано с выходом человека в открытый космос. Чтобы обеспечить максимальную производительность при выполнении различных операций, а также снизить физические нагрузки членов экипажа и уменьшить время, затрачиваемое на подготовку к выходу в открытый космос, необходимо использовать малый КА – герметичную капсулу.

Целевая орбита данного аппарата – орбита МКС (H=408 км). Герметичная капсула сможет совершать перелеты в пределах низких околоземных орбит с высотами: H=250…500 км. КА будет выводиться на целевую орбиту с помощью РН легкого класса.

Для выполнения всех видов работ КА имеет орган управления, который, следуя указаниям космонавта с пульта управления, производит все операции. Манипулятор похож на человеческую руку, но при этом выдерживает большие нагрузки, имеет увеличенное пространство работы (до 10 метров).

В ходе исследования:

1. Выбраны конфигурация и основные конструкционные материалы для герметичной капсулы.
2. Проведен расчет на прочность манипуляторов. Наилучшими массово-габаритными характеристиками обладают манипуляторы из Д16 и стеклопластика.
3. Проведен расчет массово-габаритных характеристик для выведения данного КА на целевую орбиту.

Задача создания малого космического аппарата для выполнения технологических работ очень актуальна в настоящее время. Человечество активно исследует космическое пространство. Реализация масштабных проектов, таких как освоение Луны и Марса, может подтолкнуть дальнейшее развитие данной системы, так как необходимо иметь на орбите аппарат, способный производить сложные сборочные операции. Эта проблема включена в Федеральную космическую программу на 2016-2025 годы в разделе «Пилотируемая космонавтика».

Тросовая система

Воронцова В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
vorontsova-n@list.ru

В настоящее время транспортировка на ГСО стоит довольно дорого. Потому, люди ищут альтернативные способы перевозки грузов в космос. Тросовая система-одна из таких альтернатив.

Так же, эта система имеет и другие назначения, она позволит более эффективно изучать космос, т.к. доставка научной аппаратуры будет намного дешевле и проще, и позволит развивать космический туризм.

Сущность её состоит в том, что один конец троса закреплен на Земле, а второй в неподвижной точке ГСО за счет центробежной силы.

Данная конструкция имеет некоторые преимущества, такие как: экологичность, дешевизна, увеличение пространства для исследований. Но так же имеет и недостатки: износ троса, из-за обилия космического мусора существует высокая вероятность столкновения

тросовой системы с ним, так же существует опасность терроризма и объект придется тщательно охранять.

Так же существует проблема с материалом, ведь что б трос выдерживал нагрузки, необходима огромная площадь. В настоящее время ученые пытаются создать такой материал, чтоб он выдерживал такие нагрузки, так что в недалеком будущем это уже не будет являться проблемой.

Общая протяженность троса космического лифта должна составлять 96 тыс. км, ширина 1–3 см (чем меньше, тем лучше), плотность – неизвестна. Стоимость подъемки груза космическим лифтом будет приблизительно $200 за 1 кг. Сам лифт рассчитан на 1000 кг. Общая масса кабины + полезной нагрузки — 1200 кг.

Несмотря на всю сложность, проект космического лифта принесет пользу экологии и в долгосрочной перспективе позволит сократить расходы на перевозку грузов.

Анализ возможных вариантов создания многоразовой космической системы

Герасимов А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блатиков Г.А.
МАИ, Москва
Stalkeri08@mail.ru

Современные одноразовые ракеты-носители имеют очень низкий коэффициент полезного действия, что связано со значительными затратами на постройку самих агрегатов, которые после каждого запуска требуется заменять новыми. В основном агрегаты имеет большой ресурс, который не используется полностью во время единичного полёта. В системах многоразового использования проблема решается так как для каждого запуска ракеты не надо изготавливать новую ракету.

Актуальность создания многоразовых космических систем состоит в том, что можно будет использовать ресурс составных частей ракеты полностью или частично, что приведет к существенной экономии средств. Многоразовые космические корабли могут быть использованы для создания транспортной системы, что облегчит доставку полезных грузов в космос, возврат их на землю.

На основе анализа тенденций можно сделать вывод, что основным направлением создания многоразовой ракетной системы является частично многоразовой ракетно-космической системы вертикального старта на основе крылатой многоразовой первой ступени, выполненной по самолётной схеме и возвращаемой в район старта для горизонтальной посадки на аэродром, и одноразовых вторых ступеней и разгонных блоков.

Многоразовый космический ракетный комплекс предназначен для запусков космического аппарата научного, социально-экономического и коммерческого назначения, а также, в последующем, пилотируемых и грузовых кораблей и модулей орбитальных станций по программам исследования околоземного космоса пилотируемыми средствами, изучения и освоения небесных тел.

Основным принципом создания семейства многоразовой ракеты космического назначения является возможность создания носителя различной грузоподъемности от 25 до 60 т., что значительно расширяет спектр полезных нагрузок, доставляемых на орбиту и, как следствие, повышает загрузку и кратность применения многоразовых элементов ракета-носителя, что является определяющим показателем технико-экономической состоятельности проекта.

При формировании вариантов многоразовой ракеты космического назначения с различной грузоподъемностью, за основу был принят принцип создания семейства носителей из унифицированных ракетных ускорителей 1-й и 2-й ступеней.

Наиболее сложные задачи реализации полностью многоразовой системы связаны с разработкой второй ступени, возвращаемой с орбиты. К числу таких задач относится создание многоразовой комбинированной системы теплозащиты теплоизоляции топливных баков. Одновитковый возврат второй ступени предполагается завершать бездвигательной

автоматической посадкой, реализация которой также существенно сложнее, чем посадка возвращаемого ракетного блока первой ступени с использованием воздушно-реактивной двигательной установки. Потребуется решение ряда сложных задач, аналогичных тем, что решались ранее при разработке системы автоматического управления спуском и посадкой орбитального корабля «Буран». При этом показатели весового совершенства второй ступени значительно критичнее по сравнению с первой ступенью, так как влияние изменений конечной массы ускорителя орбитальной ступени на массу выводимой полезной нагрузки многократно (в ~8 раз) выше.

Космические программы по изучению состава комет

Иванов И.Д.
Научный руководитель — Олифиренко С.М.
МАИ, Москва
ivanoff_iva@rambler.ru

Кометы являются одним из наименее изученных и одновременно с этим наиболее загадочных и интересных космических объектов. До недавнего времени человечество могло только визуально наблюдать за движением этих удивительных небесных тел, рассчитывать траекторию их движения и вычислять массу. Однако о происхождении комет, об их составе и влиянии на возникновение жизни на Земле мы могли лишь строить предположения, которые прекратились после серии космических программ, проведённых ведущими космическими державами.

Первоначально учёные направляли космические аппараты в хвосты комет, получая образцы кометной пыли, излучаемой с поверхности и недр космических тел [1]. После анализа результатов были сделаны первоначальные выводы о составе комет, однако для полноты сведений была необходима добыча проб недр космического тела, что возможно лишь при условии непосредственного нахождения на поверхности кометы космического аппарата со всем необходимым оборудованием. Космическими кораблями, способными совершить такое исследование, стали автоматическая станция Rosetta (Розетта), разработанная Европейским космическим агентством и запущенная 2 марта 2004 года [2], и станция Deep Impact (Дип Импакт), запущенная NASA 12 января 2005 г. Хотя цели, которые преследовали учёные, звучит одинаково, подходы к их достижению существенно различаются. Если аппарату Impactor (Импактор)станции Deep Impact предстояло столкнуться с кометой Темпель-1 и, уловив частицы разлетевшегося небесного тела, доставить их на Землю, то спускаемый аппарат Philae (Фила) станции Rosetta был предназначен для бурения кометы 67P Чурюмова-Герасименко, которая и являлась целью данной программы.

В 2013 г. была потеряна связь со станцией Deep Impact, следовавшей к комете 103P/Хартли [3]. Однако аппарат Philae, отделившийся от станции Rosetta и произведший первую в истории успешную посадку на комету 67P Чурюмова-Герасименко 12 ноября 2014 г. [4], находится в режиме зарядки батарей, что впоследствии даст Philae энергию на произведение бурения непосредственно на поверхности небесного тела. Анализ полученных проб с помощью лаборатории, расположенной на борту аппарата, даст точный и полноценный ответ на вопрос о составе комет как небесных тел.

Список литературы:

1. Бурба Г. А. Как сесть на хвост кометы? // Вокруг света. №12. 2005 г.

2. Миссия «Розетта»: как это было. URL: https://22century.ru/popular-science-publications/rosetta (дата обращения: 10.02.2020).

3. Запуск АМС «Дип Импакт». https://testpilot.ru/espace/bibl/ziv/2005/3-inf.html(дата обращения: 10.02.2020).

4. Пробуждение зонда Philae. URL: http://galspace.spb.ru/index444.html (дата обращения: 10.02.2020).

Исследование различных методов охлаждения жидкого кислорода для заправки баков перспективной ракеты-носителя

Капранов В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блатиков Г.А.
МАИ, Москва
kapranov_vasiliy28@mail.ru

Если заправлять в баки охлажденные криогенные компоненты, имеющие более низкую температуру, чем температура их кипения при атмосферном давлении, и, следовательно, большую плотность, можно значительно улучшить характеристики ракет-носителей, разгонных блоков и космических кораблей. Это позволяет увеличить запасы компонентов топлива на борту ракеты, т.е. в равный по объему бак заправить большую массу продукта и существенно снизить его потери при хранении и заправке. Применение охлажденного продукта, при проведении технологической операции заправки, дает возможность обеспечить однофазное течение жидкости, несколько уменьшить размеры, а значит, и массу трубопроводов и арматуры, что особенно существенно для летательных аппаратов.

Серьезным недостатком криогенных компонентов топлива является их низкая плотность, что обусловливает увеличение объема и массы ракеты из-за большого объема баков. Криогенные жидкости имеют относительно небольшой рабочий интервал температур и давлений. Их хранение на всех стадиях требует преодоления технических трудностей, определяемых низкой температурой, малыми теплоемкостями и теплотой фазового перехода, неизбежными притоками тепла к емкостям с криогенными компонентами.

Необходимость решения поставленной проблемы для данной отрасли науки или практики заключается в том, что средства охлаждения должны быть как можно более простыми и безопасными. Поскольку оборудование для космических стартовых комплексов является единичным, и пуски осуществляются периодически, энергетическими параметрам средств охлаждения можно пренебречь, хотя экономия энергоресурсов всегда была и остается важнейшей задачей.

Охлаждение жидкого кислорода от температуры его кипения при атмосферном давлении до более низкой температуры можно осуществлять как в двухфазной области существования «жидкость — пар», так и в однофазной области «жидкость», поэтому будут рассмотрены разные методы его охлаждения.

Исследования, связанные с методами охлаждения жидкого кислорода, ведутся в недостаточном объёме. Проведен детальный анализ методов охлаждения и выбран наиболее оптимальный и соответствующий заданным требованиям.

В работе проведено исследование способов охлаждения вакуумированием, рассмотрены способы охлаждения методом барботажа, рассмотрены различные способы охлаждения на стартовой позиции жидкого кислорода до заданной температуры, затем путем проведения анализа выявлен оптимальный вариант и проведен анализ способов охлаждения криогенных компонентов с помощью холодильной машины.

Практическая значимость заключается в том, что результаты проведенного исследования могут являться опорой при обосновании целесообразности использования метода охлаждения жидкого кислорода. Рассмотрев методы охлаждения жидкого кислорода, сделано заключение о целесообразности использования одного способа охлаждения.

Проектирование системы летательных аппаратов оптимального тангажа

Карачевцева Н.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Балык В.М.
МАИ, Москва
natalia.kyrzhaly@gmail.com

Рассматривается задача построения системы ракет-носителей оптимального типажа. Каждая целевая задача характеризуется массой полезной нагрузки, которую необходимо доставить на заданную орбиту с заданным апогеем и перигеем. Каждая целевая задача обслуживается специализированной ракетой-носителем с проектными параметрами, подобранными таким образом, чтобы данная целевая задача была бы выполнена. Предполагается, что количество типов ракет-носителей равно количеству целевых задач. Требуется таким образом перераспределить целевые задачи по типам ЛА, чтобы суммарная стоимость выполнения всех целевых задач была бы минимальной.

Для решения такой задачи необходимо построить, так называемую, функцию целераспределения, показывающую, какие целевые задачи должны быть выполнены данным типом ЛА. Такая функция целераспределения строится методом статистического синтеза. Синтез вариантов системы ЛА оптимального типажа осуществляется на основе комбинаторного поиска.

В качестве варьируемых параметров принимаются признаки типов ракет-носителей, которые в своей совокупности решают все заданные целевые задачи. Таким образом, в силу того, что задано 10 целевых задач, число варьируемых параметров, в качестве которых выступают признаки типов ракет-носителей, равно 10. Так как размерность задачи равна числу целевых задач.

Исходное множество типов ЛА составляют ракеты-носители «Ангара-5», «Протон», «Союз-5» и т.п.

На основе разработанного программно-методического комплекса оптимального типажирования системы ЛА была решена задача вывода десяти полезных нагрузок на различные околоземные орбиты. Полученная система ракет-носителей состояла из 6 ракет-носителей, стоимость такой системы составляла 44,1 млрд. руб., что на 9,2% лучше, чем исходная система, составленная из специализированных ЛА.

Космический аппарат для полётов к Марсу

Кондратенко С.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
serzh_smirnov_99@mail.ru

В настоящий момент старые физические принципы полётов, в котором используют двигатели с химическим рабочим телом, не позволяют решать задачи по полётам к дальним объектам. Необходимо использовать новые физические принципы, для увеличения эффективности функционирования космических аппаратов (КА). Одним из таких принципов является использование сил светового давления. Устройство, которое использует силы светового давления называют солнечным парусом (СП). Главное преимущество СП заключается в отсутствие затрат рабочего тела для полётов в космическом пространстве; в низкой стоимости проектирования, производства и функционирования космического аппарата, а также в возможности применения на малых космических аппаратах, микро и нано спутниках. Такие проекты как "Знамя-1" и "IKAROS" показали, что использование солнечного паруса вполне осуществимо и оправдано.

В данной работе рассматривается проблема использования аппарата с солнечным парусом. Предложена проектная модель малого космического аппарата с солнечным парусом каркасного типа. Разработана и описана траектория полёта аппарата с солнечным парусом.

Представлен концепт КА и проведен его системный анализ. КА предполагается оснастить приборами для исследования отдаленных космических объектов. Проведено исследование схем КА с различными видами солнечных парусов.

Исследование возможных зон посадки в рамках миссии «Венера-Д» для посадочных аппаратов различных типов

Косенкова А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Миненков В.Е.
МГТУ им. Н. Э. Баумана, АО «НПО Лавочкина», Москва
madam.amazonka83@yandex.ru

В настоящее время для продолжения изучения Венеры в России и за рубежом рассматриваются различные варианты программ фундаментальных космических исследований. Одним из таких проектов является разрабатываемая российско-американской группой инженеров и учёных миссия «Венера-Д». При этом наибольший интерес представляют только определенные участки поверхности планеты, которые необходимо изучить по тем или иным причинам.

Проблема выбора места посадки является сложным и комплексным вопросом, который должен учитывать многие требования как с научной, так и с технической стороны, при этом должен быть учтен и ряд требований и ограничений, накладываемых баллистической схемой перелета, зонами радиовидимости аппарата, а также особенностями местности.

Актуальными становятся вопросы создания посадочного аппарата на поверхность планеты, способного достичь заданные районы, в частности, перспективным представляется рассмотрение возможности использования новых конфигураций посадочных аппаратов, обладающих возможностью маневрирования в процессе спуска с целью увеличения широты охвата посадочных зон и достижения наиболее интересных для изучения районов посадки.

В рамках разрабатываемого проекта «Венера-Д» рассмотрены возможные зоны посадки с учетом дат старта в диапазоне 2028-2032 гг. с космодрома «Восточный» и принятой схемы перелета с отделением посадочного аппарата за несколько суток до подлета к планете. При этом для рассматриваемого в проекте «Венера-Д» исполнения посадочного модуля, аналогичного посадочным аппаратам серии «Венера» и «Вега», которые имеют сферическую форму и относятся к аппаратам баллистического типа, не обладающим возможностью осуществлять маневры в процессе спуска, зоны посадки довольно ограничены.

Районы посадки космического аппарата определяются в первую очередь вектором относительной скорости на бесконечности его прилета к Венере. Этот вектор меняется в зависимости от дат старта и достижения поверхности планеты. Важным параметром, влияющим на положение доступного места посадки, является также допустимая максимальная перегрузка при входе в атмосферу, которая зависит от угла входа в атмосферу и её характеристик.

Для расширения потенциально возможных районов посадки перспективным является рассмотрение посадочных аппаратов, способных осуществлять манёвренный спуск на поверхность планеты. Такой способностью обладают аппараты, имеющие определенное аэродинамическое качество на гиперзвуковых скоростях. Однако обеспечение наличия аэродинамического качества влечет за собой усложнение конструкции и рост массы посадочного аппарата. Определенным компромиссным решением этой проблемы может быть использование аппаратов класса «несущий корпус», которые при допустимом усложнении конструкции обладают аэродинамическим качеством, достаточным для решения текущих задач маневрирования в атмосфере планеты.

В работе предлагаются альтернативные конфигурации посадочных аппаратов, обладающие способностью совершения существенных маневров и, соответственно, обеспечивающие большую широту охвата с целью выбора требуемого района посадки, проводится сравнительный анализ данных аппаратов. Представлены возможные зоны посадок с учетом предполагаемых дат и окон старта для аппарата баллистического типа, аналогичного

используемым ранее, и показаны возможности по увеличению данных зон при использовании аппарата, способного осуществлять боковой маневр при спуске в атмосфере, что в свою очередь позволит расширить выбор потенциально интересных для изучения зон.

Анализ возможных способов транспортировки крупногабаритных грузов на космодромы

Лобанова А.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва
anastasiyalobanova96@yandex.ru

Комплекс средств транспортирования (КСТ) включает в себя различные виды транспорта, имеющие как достоинства, так и недостатки, реализуемые при транспортировании грузов, в зависимости от их типа, путей к месту доставки и его расположения.

В классификации средств транспортировки грузов выделяют транспортное оборудование автодорожного, железнодорожного, воздушного и водного типов.

Применительно к грузам ракетно-космической техники, благодаря развитой и разветвленной сети железных дорог, наибольшее распространение в качестве средств дальнего транспортирования в нашей стране получил железнодорожный транспорт. Однако из-за ограничений габаритов подвижного состава ограничения накладываются и на перевозимые грузы.

Автодорожный транспорт используется, в основном, для транспортировки грузов в пределах эксплуатационных районов. Для транспортировки крупногабаритных грузов используется редко, так как в этом случае возникает необходимость в обустройстве прочных, выдерживающих большой вес шоссейных дорог.

К средствам воздушного транспорта относятся самолёты, вертолёты и дирижабли. Их основными достоинствами являются большая грузоподъемность и высокие скорости транспортировки. Недостатки самолётов и вертолётов – это высокая стоимость перевозок, необходимость наличия взлётно-посадочных полос и накладываемые на габариты грузов ограничения. Недостатки дирижаблей – сложность эксплуатации, хранения и их обслуживания.

Транспортировка крупногабаритных грузов по воде (на речных и морских судах, баржах, плавучих платформах или подводных лодках) хороша отсутствием весовых и габаритных ограничений (за исключением переправления по каналам), а также малыми перегрузками. Однако не во всех случаях между заводом-изготовителем и районом эксплуатации имеется водное сообщение. Также недостатком водного транспорта является низкая скорость транспортировки и сезонные ограничения в северных районах.

В работе были рассмотрены описанные выше виды транспорта и, с учетом их особенностей, были предложены решения по формированию комплекса средств транспортирования составных частей пилотируемого транспортного корабля (СЧ ПТК) с завода-изготовителя на технический комплекс космодрома.

С учетом таких факторов, как наличие габариты груза, требуемая грузоподъемность транспортных средств, расстояние транспортировки, требования к условиям транспортировки груза (обеспечение температурных и влажностных режимов, допустимых нагрузок и т. д.), требования к проходимости транспортных средств и т. д. был предложен следующий состав для КСТ СЧ ПТК:

- Железнодорожный агрегат транспортирования;
- Железнодорожный вагон сопровождения;
- Автомобильный транспортер с полуприцепом грузоподъемностью 60 т;
- Транспортный самолёт Ан-124-100 «Руслан»;
- Автономная мобильная система обеспечения температурного режима;
- Система контроля и регистрации условий транспортирования;
- Универсальный комплекс грузозахватных средств;

• Автомобильный кран грузоподъемностью 150 т;
• Контейнеры для хранения и транспортирования СЧ ПТК.

Основную часть пути от завода-изготовителя до технического комплекса космодрома СЧ ПТК будут транспортироваться по железным дорогам, а на тех участках, где из-за ограничений (по габаритам груза, непроходимости по туннелям и т. д.) транспортировка этим видом транспорта не возможна, следует применять автодорожный и воздушный транспорт.

В результате выполнения работы был сформирован обобщенный КСТ для СЧ ПТК, приведены рекомендации по использование различных транспортных средств из его состава, а также были рассмотрены требования, предъявляемые к транспортировке крупногабаритных грузов ракетно-космической техники.

Перспективный метод исследования межзвездной среды

Мишуков Г.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
zachihir@mail.ru

Межзвездная среда (МЗС) — вещества и поля, заполняющие межзвездное пространство внутри галактик. Состоит это пространство из межзвездного газа, пыли, электромагнитных полей, элементарных частиц и ядер атомов, движущихся с огромными скоростями. Наполняется МЗС за счет испускания звездами в процессе своей жизни звездного ветра, а в конце жизни звезда сбрасывает оболочку, наполняя среду продуктами ядерного синтеза.

Для исследования в первую очередь целесообразно рассмотреть собственную звездную систему. Начало дали аппараты Voyager-1 и Voyager-2. Их основной миссией было пролететь через всю Солнечную систему, после чего они продолжили свой путь за её пределы, дали общие представления об устройстве системы и её границе, и до сих пор передают ценную информацию на Землю.

В межзвездном пространстве множество объектов: звезды, планеты, астероиды, кометы. Большинство из них образуют гравитационные системы вокруг звезд, но встречаются и объекты, которые не связаны силами тяготения ни с одной звездой. Такие объекты периодически пролетают через Солнечную систему и в 2017 году впервые был зафиксирован такой астероид. Его скорость была гиперболической, около 26 км/с на подлете к Солнечной системе, а наименьшее расстояние от Земли было 0,1616 а.е. (около 24 млн. км).

Для расширения знаний о фундаментальном устройстве вселенной рассмотрена система для исследования межзвездного объекта с помощью автоматической станции, которая должна следовать с ним за пределы Солнечной системы. Таким образом решается сразу две задачи: исследование межзвездного объекта, и последующее исследование межзвездного пространства. Рассмотрены подходы к обнаружению и выбору подходящих объектов, способы подлета к ним и конструкция автоматической станции для работы в дальнем космосе.

Транспортная система сообщения орбита Земли — орбита Луны — орбита Земли

Никитин А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
artyom.nikitin.1998@mail.ru

Стремительное развитие космических технологий и потребность фундаментальных наук в исследовании космического пространства и тел солнечной системы создают необходимость сооружения лунной орбитальной станции. Такая станция открывает возможности для исследования дальнего космоса с помощью автоматических исследовательских аппаратов, телескопов, а также для более частых экспедиций на дальние планеты солнечной системы с

меньшими энергетическими затратами, а значит с большей полезной нагрузкой; воплощение миссий по добыче полезных ископаемых на различных планетах и их спутниках нашей системы, но в первую очередь на Луне. Помимо этого, транспортная межорбитальная система и окололунная орбитальная станция позволят воплотить в жизнь проекты по созданию станций на поверхности Луны.

В работе рассматривается создание транспортной системы постоянного сообщения в 3 этапа: 1 этап – развертывание НИОКР на Земле, создание наземной инфраструктуры и ракетно-космической системы многоразового использования; 2 этап – создание космического транспортного корабля, создание и вывод космических станций на орбиты Земли и Луны; 3 этап – развертывание постоянного сообщения между орбитальными станциями, спуск аппаратов на поверхность Луны, старт миссий по исследованию дальнего космоса.

Представлен концепт космического транспортного корабля и проведен его системный анализ. Предполагается оснащение корабля электроракетными двигателями. В связи с чем рассматривается длительный перелет на постоянной малой тяге. Сделаны предварительные оценки траектории полёта. Проведено исследование большого количества конструкционных материалов, компоновки транспортного корабля. Для обеспечения постоянного грузового потока предусмотрено увеличение количества космических кораблей.

Разработка многофункционального жилого модуля обитаемой станции на планете Марс

Пауков Д.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
servitut2013@gmail.com

Главной целью марсианской экспедиции является создание автономной колонии для проведения научных исследований и экспериментов на поверхности планеты. Основная деятельность первых колонистов будет направлена на детальное изучение, описание, картографирование Марса, проведение физико-химических, биологических, ботанических и других экспериментов. Непосредственное присутствие человека при проведении исследований обусловлено простотой их выполнения и подготовки, их разнообразием и вариативностью, а также удобством обработки результатов и дешевизной. Гораздо сложнее и дороже создавать автоматические лаборатории, выполняющие только одну-две функции без возможности внесения корректировок в план экспериментов.

Для нормальной жизнедеятельности человека на поверхности Марса и выполнения различных задач, предписанных программой полёта, необходимо создать специальную базу – жилой комплекс, представляющий собой безопасное герметичное пространство для комфортной работы и проживания экипажа.

Основные задачи миссии:

1. Доставка на планету Марс жилых и служебных модулей
2. Отработка этапов космического перелета Земля-Марс, управляемого входа в атмосферу и реактивной посадки
3. Автоматическое развертывание марсианской базы
4. Доставка на Марс экспедиции из 4-х человек
5. Проведение научных экспериментов
6. Благополучное возвращение экипажа на Землю.

В данной работе описана техническая реализация основных этапов экспедиции, разработан детальный план полётов, выбраны внешний облик спускаемого аппарата и схема членения, разработаны подробная конструктивно-силовая схема и компоновочная схема, определен состав систем, сформулированы основные технические требования к разрабатываемому изделию. Для проведения научных экспериментов и безопасного спуска на поверхность планеты сформулированы критерии к выбору места посадки, а также рассчитана оптимальная траектория спуска для аппарата с выбранными параметрами массы, габаритов и аэродинамического качества.

Исследование лунного грунта с помощью пенетратора активно-реактивного типа

Рыкалин А.В., Языков М.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва
rykalin.2000@mail.ru

В настоящее время существует необходимость исследования поверхностей и подповерхностей грунтового полупространства различных космических тел (в том числе и Луны), которые представляются довольно значимыми для исследователей. Одной из целей таких изучений является проверка возможности доставки аппаратуры или какой-либо иной полезной нагрузки на определённую глубину планеты (или, например, Луны), для чего важно рассматривать и изучать её физико-механические свойства. Имеющиеся на данный момент установки для проникания в грунт образуют скважину либо путем разрушения породы с последующей транспортировкой её на поверхность, либо уплотнением частиц грунта. Примером такого устройства является пенетратор — грунтовый реактивный аппарат, который способен внедряться в грунтовое полупространство (реголит) на значительные расстояния с большой скоростью, образуя скважину методом уплотнения и перемещаясь в грунте как за счет кинетической энергии, так и за счет тяги ракетного двигателя твердого топлива. Этот прибор состоит из нескольких частей: верхней (для исследования поверхности планет или других космических объектов), средней (для исследования верхнего слоя грунта) и нижней, которая уходит на тросах в грунт для его исследования.

В данной работе для исследования подповерхностных слоев грунта предлагается использовать пенетратор активно-реактивного типа, который запускается со специальной баллистической установки. Целью данной работы является исследование подповерхностных слоев лунного грунта (реголита) с помощью пенетратора активно-реактивного типа.

Представляется очевидным, что глубина проникновения пенетратора в грунт зависит от метода его запуска — всего существует три варианта, и все они будут рассмотрены в данной работе. В итоге, в ходе проведённых расчётов было получено несколько результатов. Первый состоит в том, что целесообразно применять инерционные пенетраторы, которые потребляют для попадания в грунт имеющуюся кинетическую энергию. Глубина проникания при этом зависит от массогабаритных характеристик пенетратора и скорости его входа в грунт (которая, в свою очередь, лимитирована уровнем разрешённых нагрузок). Также было обнаружено, что использование на пенетраторе твердотопливного двигателя даёт возможность увеличения допустимой скорости входа пенетратора в грунт (за счет уменьшения действующих на него перегрузок) и тем самым увеличения глубины проникания в реголит.

Использование пенетраторов на сегодняшний день является довольно-таки актуальной темой, но пока что благодаря этим устройствам получен не такой уж и значительный объем информации о поверхностном и подповерхностном грунте того или иного космического объекта, который исследовался с помощью пенетраторов. В связи с этим, существует также направленность на дальнейшую эксплуатацию рассмотренных приборов, поэтому у них есть будущее.

Список литературы:

1. Родченко В.В. Основы проектирования реактивных аппаратов для движения в грунте. М., 2009.

2. Родченко В.В., Садретдинова Э.Р., Гусев Е.В. Выбор параметров пенетратора для исследования лунного грунта // Вестник Московского авиационного института. 2010. Т. 17, № 3. С. 11.

Модернизация транспортного пилотируемого корабля для осуществления пилотируемого облёта Луны

Рылев И.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блатиков Г.А.
МАИ, Москва
rilev.iv@yandex.ru

Реализация миссии по облёту Луны по однопусковой схеме требует использования ракеты-носителя сверхтяжелого класса. Создание такого носителя в рамках коммерческой программы облёта нецелесообразно. Поэтому необходима сборка специального лунного экспедиционного комплекса (ЛЭК) на орбите Земли. Это позволит осуществить облет Луны с использованием существующих и разрабатываемых ракет-носителей.

ЛЭК состоит из серийного пилотируемого транспортного корабля и разгонного блока серии «ДМ», выводимых двумя различными пусками.

Осуществление пилотируемого облёта Луны возможно с использованием двух типов пилотируемых кораблей:

1. Модифицированного серийного транспортного космического корабля (ТПК) (новая разработка);
2. Перспективного пилотируемого транспортного корабля (ПТК) (полностью заимствуется).

Для ЛЭК на базе модифицированного серийного ТПК требуется наличие в составе модифицированного серийного РБ и герметичного дополнительного грузового отсека (ДГО). С его помощью будет возможно увеличение объёма жилых отсеков ЛЭК, а также размещение дополнительных необходимых систем блока.

Стыковка корабля и РБ осуществляется с помощью стыковочных агрегатов типа системы стыковки и внутреннего перехода. Требуется обеспечение следующих интерфейсов: герметичного внутреннего перехода; гидравлических – для сопряжения жидкостного контура системы обеспечения теплового режима (СОТР) ДГО и контура жилых отсеков жидкостной СОТР ТПК; силовых электрических – для питания систем ДГО; сопряжения бортовой радиотехнический системы модифицированного ТПК с выносными антенно-фидерными устройствами ДГО.

Значительные изменения претерпевает конструкции агрегатов ТПК. В части бытового отсека: снимаются элементы крепления доставляемого груза; научное оборудование, кинофотоаппаратура размещаются на раме полезного груза. В части спускаемого аппарата: исключается контейнер полезного груза под средним креслом; дорабатывается баллон с запасами кислорода комплекса средств спасения с сохранением места установки и увеличением запаса кислорода за счет повышения давления газа; дорабатывается магистраль сброса газа из СА для интеграции в нее магистрали, соединенной с испарительным теплообменником; дорабатывается гермоплата СА с введением двух дополнительных гидроразъемов для вводимого второго контура жидкостного термостатирования.

В части переходного отсека устанавливаются 3 дополнительных кислородных шарбаллона. В приборном отсеке дорабатываются рамы для установки новых приборов. В конструкции агрегатного отсека устанавливаются 3 электронасосных агрегата, арматура и датчики для обеспечения функционирования второго контура жидкостной СОТР.

Ориентировочная стоимость миссии ТПК «Союз МС-Л» по облёту Луны составляет 9 032,9 млн. руб.

Анализ возможных вариантов реализации пилотируемой миссии по облету Луны

Рылева Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаповалов Р.В.
МАИ, Москва
79856802399katy@gmail.com

В Федеральной космической программе (ФКП) РФ до 2025 года предусмотрено проведение углубленных исследований Луны с окололунной орбиты. Данную миссию возможно осуществить по однопусковой и многопусковой схемам. Реализация миссии по облёту Луны по однопусковой схеме требует использования ракеты-носителя (РН) сверхтяжелого класса (СТК). В ФКП создание РН СТК не предусмотрено.

Создание РН СТК в рамках коммерческой программы облёта нецелесообразно, поскольку потребует значительных финансовых и временных затрат. Поэтому необходима сборка лунного экспедиционного комплекса (ЛЭК) на орбите искусственного спутника Земли (ОИСЗ). Это позволит осуществить облет Луны с использованием существующих и разрабатываемых ракет-носителей.

В данной работе рассмотрены возможные варианты лунного экспедиционного комплекса (ЛЭК), состоящего из пилотируемого корабля и разгонного блока, выводимых двумя различными пусками. Также рассмотрены основные требования к схеме полёта и средствам выведения ЛЭК и из предложенных вариантов реализации Лунной миссии выбран наиболее эффективный по предложенным показателям.

В результате, если рассматривать возможность проведения облета в течение года с точки зрения выполнения астрономических ограничений выбора отлетной и прилетной траекторий, то удобнее реализовать вариант облета Луны «без стыковки к Международной космической станции» (МКС). В случае реализации облёта Луны в варианте «со стыковкой к МКС» необходимо принять в рассмотрение угол между плоскостью орбиты МКС и вектором Земля – Луна.

Анализ рассмотренных предварительных план-графиков создания ЛЭК показал, что реализация миссии с помощью ЛЭК на базе модернизированного транспортного пилотируемого корабля (ТПК) влечет за собой большие временные затраты. Интеграция с ФКП в данном варианте не обеспечивается. Создание всех средств, необходимых для реализации коммерческой миссии по облёту Луны, включая разработку конструкторской документации на ТПК и разгонный блок с дополнительном герметичным отсеком, проведение их наземной экспериментальной отработки и беспилотных испытательных пусков возможно только за счёт коммерческого контракта.

В заключении стоит отметить, что при выборе наиболее эффективного способа реализации миссии по облету Луны по рассматриваемым аспектам целесообразно отдать предпочтение ЛЭК на базе пилотируемого транспортного корабля. Это повлечет за собой сокращение временных и стоимостных затрат.

Проблема определения уровня заряженности никель-водородных аккумуляторов космических аппаратов и альтернативный метод её решения

Сайранов А.С.
Научный руководитель — член-корреспондент, д.т.н. Лефтер В.Д.
Республиканский Центр Космической Связи, Нур-Султан, Казахстан
6641719@gmail.com

Введение

В связи со сложными химическими процессами, протекающими в никель-водородных аккумуляторах во время этапов заряда-разряда, определение уровня заряженности по прямым показаниям напряжения на АБ происходит с погрешностями. По завершению заряда на

положительном электроде выделятся кислород, а на отрицательном водород, что приводит к увеличению давления в полости аккумулятора, которое и дает возможность косвенно определить уровень заряженности.

Методика:

1) За несколько суток до предполагаемого окончания теневых участков на геостационарной орбите возникает повышение фоновых температур АБ. В связи с этим, после прохождения Спутником теневых участков максимальной продолжительности и уменьшение длительности теневых участков до 1 часа в целях снижения температуры аккумуляторных батарей необходимо уменьшить границы обогрева аккумуляторных батарей.

2) Для обеспечения необходимого значения уровня заряженности проблемных аккумуляторах необходимо повысить величину уставки давления. Увеличение уставки давления должно производиться после начала теневого участка последующего после суток, на которых длительность заряда батареи составит менее 55 минут. Это дает возможность дозарядить аккумуляторную батарею свыше номинального значения.

3) По окончанию теневых участков орбиты проведение тестирования батареи: глубокий разряд, далее выдерживание разряженной батареи в состоянии разомкнутой цепи в течении 6 дней, с последующим зарядом. Выдерживание батареи в разряженном состоянии необходимо для нормализации всех физико-химических процессов, происходящих в аккумуляторе и выравнивания характеристик всех аккумуляторов, входящих в состав батареи.

4) При нежелательном результате проведенных выше работ возможен процесс циклического заряда-разряда аккумулятора. Во избежание этого необходимо физически отключить заряд батареи. При этом режим подзаряда сохраняется.

Данный метод несет возможные нежелательные последствия, так во время возникновения нештатной ситуации с потерей стабилизации КА, время отклика уменьшается в виду сокращения времени питания КА от АБ.

Альтернативные методы

Уровень заряженности НВА определяется по данным давления и напряжения на АК. Это означает, что измерение показаний давления является неизбежной процедурой. Альтернативные способы измерения давления, которые подразумевают определение давления без механического вмешательства в конструкцию Ак являются единственным возможным путем решения данной проблемы. По результатам исследования различных физических способов измерения предлагаются следующие способы определения давления:

• Применение гальванической развязки для датчиков давления. Этот способ позволит избежать механическое вмешательство, при дополнительном впаивании измерительных цепей в Ак. Датчик давления помещается внутрь конструкции Ак, получает питание от Ак и передает информацию через гальваническую развязку.

• Емкостной метод. Данный метод заключается в определении давления путем измерения диэлектрических свойств электролита. Полость электролита необходимо расположить таким образом, чтобы бы он находился между обкладками конденсатора. При работе аккумулятора химические свойства будут прямо пропорционально изменяться диэлектрическим свойствам, это повлияет на емкость конденсатора. Следовательно, возможно косвенно определить давление в аккумуляторе.

• Колебательный метод. В место измерения давления установить колебательный элемент из магнитопроводящего материала. На внешней стороне аккумулятора будет располагаться возбуждающие и измерительное устройства. Возбуждающие устройство должно осуществлять колебания чувствительного устройства с определенной частотой и амплитудой. Измерительное устройство будет измерять частоту колебаний чувствительного элемента. С изменением давления будет изменяться и частота колебаний, что даст возможность косвенно определить давление в аккумуляторе.

• Применение датчиков давления на основе ультразвуковых волн. Направленный поток ультразвука, проходя через некоторый объем электролита, акустическое сопротивление которого прямо пропорционально плотности, будет претерпевать незначительные изменения. Фиксация таких изменений позволяет определить давление в аккумуляторе. Данный метод

является наиболее перспективным, так как полностью исключается механическое вмешательство в конструкцию аккумулятора. Это позволит минимизировать риски появления дефектов устройств и ухудшения качественных характеристик аккумуляторов при их изготовлении.

Вывод

Для уменьшения неконтролируемых процессов в аккумуляторных батареях была разработана методика эксплуатации никель-водородных аккумуляторов, которая в свою очередь дает возможность держать уровень заряженности и температуру АБ в заданных границах. Но при этом данная методика не дает возможность полностью исключить влияние негативных факторов на технические характеристики НВА, а именно продолжающийся рост фоновых температур НВА. В связи с негерметичным исполнением АБ это проблема является актуальной для современных КА.

Самолёт-носитель как часть ракетно-космического комплекса

Смирнов В.С., Шарыпова Д.А.
МАИ, Москва
vlasmir98@mail.ru

Воздушный старт – это метод, при котором осуществляется запуск ракет или самолётов на высоте несколько тысяч метров, доставляемых, как правило, самолётом-носителем. При современных технологиях такая система позволит выводить ракеты-носители лёгкого класса на низкие, средние, геопереходные, геостационарные орбиты и отлётные траектории к Луне. Данный способ рассматривается с середины 20 века и по сей день.

На сегодняшний день только американцам удалось достигнуть прогресса в данной области, хоть и СССР, и современная Россия имеют идеи и наработки по данной тематике. Речь идёт о таких проектах, как: «Бурлак-Диана» (использование переоборудованного Ту-160СК для вывода двухступенчатого ракета-носителя «Бурлак»), советская «Спираль» (проект, состоящий из гиперзвукового самолёта-разгонника и орбитального самолёта), сверхтяжёлый триплан Молния-1000 «Геракл» (состав: самолёт-доставщик Ан-225 «Мрия» и космический корабль-ракетоплан), АКС Туполева-Антонова.

США продвинулись куда дальше, и по сей день работают над данной тематикой. Начиная уже с 1946 года, такие проекты как: самолёт Bell X-1 (стартовав с бомбардировщика B-29, он впервые преодолел скорость звука), крупный проект X-15 (используя в качестве самолёта-носителя – бомбардировщик B-52, ракетный самолёт достиг скорости в 7000 км в час и высоты в 81 км) и последующие модификации его, включая БПЛА X-43 и X-51 для проверки гиперзвуковых двигателей. Современные действующие проекты: РН Pegasus (вывод до 443 кг полезного груза на низкую орбиту на крылатом ракета-носителе Pegasus с пассажирского самолёта Lockheed L-1011 TriStar. С 1990 произвели 39 успешных запусков), White Knight Two (двухфюзеляжный самолёт-носитель с туристическим космопланом SpaceShipTwo), и недавно представленный миру самолёт-носитель воздушного старта Stratolaunch Model 351 (самолёт-носитель с двумя фюзеляжами и подвесной полезной нагрузкой до 250 тонн).

Воздушный старт имеет как ряд достоинств, так и ряд недостатков. Достоинства заключаются в следующем:

– снижение гравитационных потерь (снижаются при уменьшении тангажа к горизонту);

– сокращение потерь на аэродинамическое сопротивление (при увеличении высоты, уменьшается давление. «Pegasus» стартует с высоты 12 км, где давление примерно в 5 раз меньше, чем на уровне моря);

– снижение потерь на противодавление (ракетный двигатель даёт наибольший эффект в вакууме, где отсутствует внешнее давление, которое препятствует отбрасыванию и расширению топлива);

– двигатели самолёта-носителя обладают большим удельным импульсом (окислитель потребляется из окружающей среды);

– использование существующей инфраструктуры (аэродромы);

– выбор оптимальной трассы полёта над акваторией Мирового океана без потерь выводимого груза;

– старт с нужной широты для создания необходимого наклонения орбиты.

Недостатки:

– довольно низкая масштабируемость (для вывода 443 кг полезной нагрузки на низкую орбиту необходима ракета в 23 тонны, а при отправке 2 тонн – ракета массой 100-200 тонн);

– доработка носителя (испарение криогенных компонентов во времени);

– проблема прочности (западные коллеги учитывают только осевые перегрузки, исключая боковые перегрузки. Так же необходимо помнить о нестабильной атмосфере);

– большие временные и материальные затраты на создание нового самолёта-носителя.

Такой способ является более эффективным для обеспечения доставки грузов и спутников на орбиту. При современном уровне технологий советские проекты могут получить вторую жизнь. Также можно использовать серийный транспортный самолёт Ан-124 «Руслан» для вывода на низкие полярные орбиты груз массой до 3,5 тонн, до 4,5 тонн на низкие экваториальные орбиты, до 0,85 тонны на орбиты навигационных систем «Глонасс» и «Galileo» и до 0,8 тонны на геостационарную орбиту. Воздушный старт может стать дополнением, расширяя возможности российских средств доставки грузов на орбиту и даст возможность продолжать конкурировать на рынке космических запусков.

Анализ концепции обитаемого лунного модуля с внутренней силовой конструкцией

Степин Е.А.
Научный руководитель — к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
Styopin.egor@yandex.ru

В данной работе был проведён анализ концепции обитаемой базы на Луне. Рассмотрены различные цели программы, составлены описания модулей и требующегося оборудования. Посчитана стоимость данного проекта.

Многие странны имеют проекты по лунным базам. Головной научный институт «Роскосмоса» ЦНИИмаш опубликовал планы лунной программы. Согласно которой в 2030 году планируется комплексное исследование Луны, высадка человека на поверхность Луны и строительство лунной базы. Все это позволяет провести анализ концепции лунной программы и её стоимости.

В данном проекте, кроме основных целей, такие как, обеспечение выживания космонавтов и геологические исследования, рассмотрены и другие. Например, обеспечение связи, обеспечение энергией, обеспечение транспортом, получение информации о строительных свойствах лунного грунта в зоне базы.

В данной работе представлены составы и описание модулей лунной базы, используемых в проекте. Для каждого модуля приведена своя сводка по габаритам, массе и энергопотреблении оборудования. Составлен сценарий доставки, развёртывания и функционирования лунной базы.

Лунный модуль представляет из себя надувной купол с внутренней силовой конструкцией. Надувная оболочка состоит из нескольких слоёв, в число которых входит материал Вектран. Вектран прочнее кевлара и предназначен для противостояния микрометеоритам и космическому мусору. Поверх надувного купола будет построена стена из реголита, смешанного с периклазом (MgO) при помощи 3D-принтера. Такие стены способны выдержать резкие перепады температуры и защитить от метеоров. В качестве материала силовой конструкции выбран сплав Д16т, так как он обладает нужными нам характеристиками. Д16т – один из самых востребованных дюралюминиевых сплавов в судостроительной, авиационной и космической промышленности.

Строение пола представляет собой не монолит, а шестигранную сетку. Такой пол обладает меньшей массой, а данное расположение шестигранных фигур обеспечивает хорошую прочность структуры.

Используя для вывода на НОО ракетоносители семейства «Протон» и «Ангара», что планируются использоваться в РФ ближе к 2030 году, а имея аналоги лунных программ можно оценить стоимость данного проекта и его реализуемость.

Создание аппарата для исследования условий отклонения траектории астероидов с целью предупреждения потенциальных космических угроз

Тимченко А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
karlgausssuper@mail.ru

Углубляясь в историю нашей планеты, самой яркой катастрофой можно считать падение астероида, которое привело к массовому вымиранию динозавров и дало жизнь млекопитающим. Но этот случай не единичный. Существует достаточно большое число подтверждений падения на Землю комет и астероидов, которые приводили к серьезным разрушениям. Эти падения заставили человечество задуматься о активной защите планеты. Астероиды — самая многочисленная группа небесных тел в системе. Но интерес вызывают большие астероиды. На сегодняшний день известны объекты диаметром более 100 метров, которые сближаются с Землей и могут попасть в её гравитационное поле, следовательно, они могут нанести угрозу планете. Столкновение с крупным астероидом может оказаться значительной проблемой для нашей планеты. Последствия от столкновения могут оказаться достаточно серьезными и даже превзойти по силе и разрушительности другие, более частые естественные катастрофы, как например ураганы, пожары, наводнения или землетрясения. Возможность пересечения астероида с траекторией движения Земли может быть рассчитана, и вовремя предотвращена.

Существует два метода возможной активной защиты Земли от опасных космических объектов: изменение траектории астероидов и фрагментация астероидов на мелкие (неопасные) осколки. Недостатком первого способа можно назвать слабое воздействие на астероид. Для предотвращения столкновения требуется длительный промежуток времени. При осуществлении второго подхода астероид раскалится на части, некоторые из них продолжат движение к Земле и сгорят в её атмосфере, другая часть изменит направление и пролетит мимо.

Для разрешения задачи предложена разработка космического аппарата, с помощью которого осуществляется разрушение астероида. В ходе работы рассмотрены способы подлета и конструкция космического аппарата.

Определение рациональной группировки сил различной ведомственной принадлежности для тушения лесного пожара основанное на прогнозе дистанционного зондирования Земли

Ульянов А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Терентьев М.Н
МАИ, Москва
loo-ul@mail.ru

Для построения прогноза динамики пожара используется блок моделирования ИСДМ-Рослесхоз, в котором задается номер пожара и дату начала и конца моделирования. После окончания расчета результат прогнозирования распространения пожара на указанный горизонт прогноза выводится в графический интерфейс ИСДМ и накладывается на соответствующий пожар на карте.

Для тушения лесных пожаров на территории субъекта РФ привлекаются силы различной ведомств, при условии не достаточного количества сил и средств лесопожарных формирований субъекта РФ. Для эффективного решения задачи по локализации лесного пожара в установленное время требуется сформировать рациональную группировку сил и распределить её по зонам ответственности.

Для её формирования необходимо решить задачу оптимизации, которая сводится к тому, чтобы обеспечить вероятность достижения цели, не менее заданной при ограничении по времени, за счет оптимальной структуры и состава группировки сил.

Определение номенклатуры средств тушения пожара в различных условиях обстановки осуществляется методом морфологического анализа.

Формирование рациональной группировки осуществляется на основе решения обратной задачи эффективности по критерию оптимальности.

Для определения границ исследования, связей и взаимосвязей элементов рассматриваемой системы, выбора математического аппарата для разработки математических моделей необходимо провести системный анализ формирования группировки сил различной ведомственной принадлежности.

Для решения задачи по формированию рациональной группировки сил на горизонт прогноза необходимо определить номенклатуру и количество средств пожаротушения, привлечение которых обеспечит вероятность достижения цели операции не менее 0,95, при условии ограниченности времени тушения.

Функционирование группировки сил осуществляется с учётом воздействия различных факторов, от которых зависит успех операции по тушению лесного пожара.

Моделирование распространения пожара на установленный горизонт прогноза осуществляется посредством блока моделирования пожаров ИСДМ Рослесхоз.

Определение рациональной группировки сил осуществляется путём решения обратной задачи эффективности по критерию оптимальности структуры и состава группировки, показатель эффективности вероятность достижения поставленной цели операции не менее 0,95.

Математической модель операции по тушению пожара является сетевая модель, оптимизация которой сводится к решению задачи целочисленного программирования методом ветвей и границ, в основе которого лежит задача линейного программирования.

Решение задачи линейного программирования сводится к максимизации производственной функции, при условии локализации пожара в заданное время, с учётом ограничений по предельному количеству средств, которые могут выделить привлекаемые ведомства.

Для определения количества средств пожаротушения для прямого и косвенного способа тушения был разработан программный комплекс.

Исходными данными для программного комплекса являются:

- Начальная длина кромки пожара;
- Конечная длина кромки пожара;
- Начальная длина минерализованной полосы;
- Конечная длина минерализованной полосы;
- Максимальное количество суток тушения пожара;
- Время выполнения работ в течение суток;
- Производительность каждого средства пожаротушения;
- Стоимость часа работы каждого средства, с учетом расхода ГСМ;
- Величина шага по длине кромки пожара;
- Величина шага по времени тушения пожара;
- Количество средств пожаротушения;
- Максимальное количество средств пожаротушения.

В проведения численного эксперимента определена рациональная группировка сил различной ведомственной принадлежности для тушения лесного пожара на территории субъекта РФ.

Космический аппарат для очистки низкой околоземной орбиты от космического мусора

Ульяновский О.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
olegul25@mail.ru

В настоящее время проблема засорения околоземной орбиты космическим мусором стоит крайне остро. Международная Космическая Станция вынуждена корректировать свою орбиту, чтобы избежать столкновения с обломками.

На данный момент только японцы пытались очистить орбиту от мусора: из грузового космического корабля, отделившегося от Международной Космической Станции, должна была выброситься сеть, и, захватив цель, уменьшать свою орбиту. Данный эксперимент закончился неудачно: сеть не была выпущена.

Кроме японского эксперимента никаких попыток бороться с этой проблемой не было, и такое бездействие может привести к катастрофе: околоземная орбита может загрязниться до такой степени, что станет невозможным выведение каких-либо объектов в космос, т.к. на пути встретится мусор и разрушит все выводимые аппараты.

Целью работы является разработка такого космического аппарата, способного очищать орбиту от мусора, который возможно сконструировать и произвести в настоящее время, поскольку неизвестно, сколько времени человечество ещё сможет беспрепятственно выводить космические аппараты в космос.

В данной работе представлен способ очистки орбиты механическим способом: сбором мусора с последующем его торможением с целью его сгорания в атмосфере Земли. Выбор такого способа обусловлен тем, что мусор состоит из различных материалов, что исключает вариант сбора мусора магнитом. Способ очистки орбиты лазером в настоящее время не осуществим.

Также в работе представлены и описаны все системы разрабатываемого аппарата, который состоит из двух отсеков: приборно-агрегатного и топливного. Космический аппарат будет работать на жидкостных ракетных двигателях, поскольку после торможения мусора и его выброса, чтобы аппарат не сгорел в атмосфере Земли, его надо будет быстро разогнать, что можно сделать при помощи выбранных двигателях.

Кроме того, рассчитан на прочность каркас солнечных панелей и определено его сечение. Представлена массовая сводка космического аппарата. Приведены расчеты затрат топлива за один убранный объект космического мусора и количества убираемых фрагментов одним таким аппаратом.

Крупносерийное производство космических аппаратов на базе существующего производства

Федюнин Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.пол.н. Крутов А.В.
МАИ, Москва
fedyund@gmail.com

На сегодняшний день серийное производство космических аппаратов является темой обсуждения на многих мировых форумах и конференциях. Западные компании одна за другой переходят на конвейерное производство сложных технических средств (СТС), захватывая рынок (OneWeb, MillenniumSpaceSystems). Российские компании создают каждый космический аппарат (КА) уникальное изделие, что делает его слишком дорогим и сложным в производстве, затрудняя выпуск большими партиями.

Целесообразно рассмотреть способы удешевления, ускорения и унификации этапов производства единицы СТС, а также проблемы, возникающие при внедрении их в

производственный процесс, благодаря решению которых станет возможным серийный выпуск без строительства новых предприятий, то есть на базе уже имеющихся.

Один из способов увеличения количества производимых аппаратов – оптимизация процесса испытаний. Этого можно достичь за счёт применения метода параллельных испытаний, при котором устранение отказа одной системы КА, выявленного при обработке на одном стенде, происходит одновременно с отработкой других систем. Недостатком данного метода является малая наработка единичного аппарата к концу отработки. Для потребителя это означает, что аппарат находится на этапе приработки к началу применения, что конечном итоге понижает надёжность и количество успешных запусков. Этот процесс закономерен и свойственен для различных производств: низкая стоимость и большой объём продукции ведёт к повышению количества отказов.

Вторым способом перехода к крупносерийному производству различных спутников, который также улучшит тактико-технические характеристики аппаратов, а именно уменьшит массу, является внедрение стереолитографии. Это приведёт к увеличению массы полезной нагрузки, которую одна ракета-носитель способна доставить на орбиту. При создании орбитальных группировок космических аппаратов меньшая масса позволяет использовать ракеты лёгкого класса, удешевляя процесс создания. Наиболее удобным представляется изготовление различных защитных оболочек и элементов внутренней обшивки. Данный метод позволяет применять высокотехнологичные материалы, способные выдерживать температурные колебания до 156 градусов Цельсия.

Данная технология при всех своих плюсах имеет один существенный недостаток. Материально-техническая база предприятий аэрокосмической отрасли не позволяет внедрять такой метод по причине большого количества устаревшего оборудования, обновление которого или замена на 3D-принтеры будет невозможна в короткие сроки. Обновление станочного парка также требует существенных инвестиций, таким образом, данная технология связана с определёнными рисками. Обозначенная проблема показывает, что одна и та же технология несёт в себе как «плюсы», так и «минусы», и для каждой конкретной задачи необходимо просчитать все риски отдельно.

Обзор доступных способов перехода на серийное производство позволяет сосредоточить организационные, материальные и кадровые ресурсы на подготовке оптимального перехода на крупносерийное производство.

Список литературы:

1. Henry C. (2016) Modernizing Manufacturing: How to Build the Satellite of the Future // сайт interactive.satelitetoday.com (http://interactive.satellitetoday.com/via/april-2016/regional-roundup-april-2016/) Просмотрено: 05.02.2020.

2. Галеев А. Г. Сборник лекций по дисциплине «Ракетные двигатели» Москва: МАИ, 2019.

Аналитический обзор космических аппаратов для контактных исследований Луны

Феофанов А.С.
Научный руководитель — д.т.н. Сысоев В.К.
МАИ, АО «НПО Лавочкина», Москва
mr.feofan@yandex.ru

Первые контактные исследования Луны были проведены при помощи советской автоматической посадочной станцией «Луна-9», запущенной в феврале 1966 г. В период между 1966 г. и 1975 г. на Луну успешно совершили мягкую посадку 12 посадочных аппаратов (ПА) из разных стран.

Однако, вплоть до 2013 г. не было совершено ни одной посадки на Луну, но в последнее время многие страны объявили исследование Луны приоритетными и долгосрочным направлением своих космических программ. Повышается интерес со стороны фундаментальной и прикладной науки в связи с возможностью дальнейшего промышленного освоения Луны. Многие частные зарубежные компании объявили новую лунную гонку, цель

которой доставить на поверхность Луны полезный груз за минимальные потраченные средства.

Первая мягкая посадка ПА нового поколения была совершена китайской автоматической станицей «Chang'e 3» с луноходом на борту в 2013 г. Затем в 2019 г. была совершена посадка следующей станции «Chang'e 4», но уже на обратной стороне Луны.

В связи ростом заинтересованности научного сообщества к изучению Луны был проведен аналитический обзор ПА как прошлого, так и будущего поколений по различным характеристикам.

Основные характеристики ПА позволяют произвести сравнение данных аппаратов между собой. В ходе анализа были выявлены основные тенденции развития будущих станций:

- Увеличение срока активного существования до 1 года и более;
- Увеличение доставляемой массы на поверхность Луны;
- Приоритетные области посадки находятся на полюсах;
- Применение многовитковой схемы перелета и активного способа прилунения;
- Уменьшение разброса по дальности посадки.

Произведенный аналитический обзор позволяет сделать вывод о том, что автоматические ПА нового поколения, предназначенные для мягкой и высокоточной безопасной посадки на поверхность Луны, играют важную роль в изучении и освоении Луны, а также в дальнейшем строительстве долгосрочной лунной базы.

Список литературы:

1. Аналитический обзор космических аппаратов для контактных исследований Луны. Матвеев Ю.А., Сысоев В.К., Феофанов А.С., Общероссийский научно-технический журнал «Полёт». Издательство: Машиностроение-Полёт (Москва) ISSN: 1684-1301. (стр. 23-32)

2. Михаил Маров, Уэсли Хантресс. «Советские роботы в солнечной системе. Технологии и открытия». Москва, Физмалит, 2013, 612 с.;

3. АО «НПО Лавочкина», проекты. [Электронный ресурс]. URL: https://www.laspace.ru/projects/ (дата обращения 24.06.2018);

Роботизированное устройство обслуживания орбитальной космической станции

Фокин Т.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
fok.timaRubin@yandex.ru

Для обслуживания космической станции приходится совершать выходы в открытый космос, это грозит физическим переутомлением и разными факторами риска. Внекорабельная деятельность (ВКД) — одна из самых трудных и опасных операций во время космического полёта. Для выхода в открытый космос нужна длительная подготовка космонавта и устройств его жизнеобеспечения. Выход в открытый космос опасен по ряду разных причин. Так существует вероятность столкновения с космическим мусором. Другая причина опасности выхода в космос — то, что окружающая обстановка в космическом пространстве крайне сложна для предполётного моделирования. Необходимость проведения внекорабельной деятельности при обнаружении каких-либо проблем или неисправностей, часто появляется в процессе выполнения полёта. Опасность выходов в открытый космос неизбежно ведёт к психическому давлению на космонавтов. Возможную опасность несёт вероятность потери или недопустимого удаления от космического корабля, грозящая гибелью из-за исчерпания запаса дыхательной смеси. Опасны возможные повреждения скафандров, разгерметизация которых грозит аноксией и летальным исходом. Диапазон температур и космические условия иногда затрудняют работы с оборудованием в космосе. Создатели космической техники стараются понизить количество выходов в открытый космос до минимума. Упразднить эту необходимость, например, при проведении сборочных работ, поможет создание специального роботизированного устройства обслуживания. Объектом разработки является устройство

обслуживания орбитальной космической станции для облегчения условий работы космонавтов. Создание роботизированной системы для производства монтажных и ремонтных работ на внешней поверхности орбитальной космической станции, осуществляемых без выхода человека в открытый космос, для упрощения и облегчения работ, и минимизации рисков. Система позволит проводить работы в значительно меньшие сроки, увеличить производительность, повысить эксплуатационную и ремонтную технологичность изделия.

Для создания системы необходимо разместить на всей внешней поверхности станции систему жестко закреплённых, с четырёх сторон, направляющих, по которым транспортная часть роботизированной системы сможет доставлять рабочий орган к месту проведения работ. В качестве рабочего органа, может быть использован как новый созданный манипулятор, так и, после несложной адаптации, уже существующие аппараты аналогичного назначения. В помощь системе потребуется и многоколенная рука манипулятор для перемещения крупногабаритных грузов.

В сущности, основная идея предлагаемого проекта — это глубоко интегрированная в саму станцию многофункциональная система, способная к саморазвитию.

Список литературы:

1. Новости космонавтики Т.16 No 1 (276) 2007.

2. Катунцев В.П., Филипенков С.Н. Тепловое состояние космонавтов при автоматическом регулировании теплосъема в период внекорабельной деятельности с борта Международной космической станции. Медицина экстремальных ситуаций. 2019; 21(2): 318-327.

3. Dextre Successfully Completes Its First Official Job, NASA, 2011-02-04.

Анализ возможностей системы заправки жидким кислородом для перспективной ракеты-носителя на стартовом комплексе

Чемодин Р.Д.
Научный руководитель — Мельничук В.Н.
МАИ, Москва
chrodm@mail.ru

Актуальность проблемы. На данный момент ведется разработка перспективной российской двухступенчатой ракеты-носителя. В связи с этим требуется обеспечить актуальную систему заправки для ракеты-носителя.

Научная новизна. В рамках этого проекта должно быть проведено обоснование основных характеристик, технических и технологических решений по ракете-носителю среднего класса с учетом использования наземной космической инфраструктуры.

Степень проработанности темы исследования не является новой, ведь система заправки окислителем является неотъемлемой частью инфраструктуры стартового комплекса, однако имеет множество разновидностей и особенностей.

Цель исследования заключается в возможности использования системы заправки окислителем на стартовом комплексе для заправки перспективной двухступенчатой ракеты-носителя.

Предметом исследования является система заправки жидким кислородом на стартовом комплексе.

Объектом исследования является возможность уже существующей системы по обеспечению заправки жидким кислородом перспективной ракеты-носителя среднего класса.

В работе представлен анализ характеристик ракет-носителей, возможности системы заправки по обеспечению заправки перспективной ракеты-носителя среднего класса, а также возможный вариант её доработки.

Перед выполнением доработки системы заправки будет проведено обследование технического состояния оборудования системы на предмет его дальнейшего использования в дорабатываемой системе с последующей разработкой конструкторской документации на доработку.

Перечень и порядок проведения предполагаемых работ:

1. Замена электронасосов и электронасосных агрегатов в криогенном оборудовании насосной.

2. Доработка криогенного оборудования насосной в части исключения оборудования обвязки электронасосных, связанного с ним оборудования пневмоуправления насосной, а также в части обвязки электронасосов установкой.

Список литературы:

1. Шарапов В.С., Бирюков Г.П., Фадеев А.С. Основное оборудование систем заправки и газоснабжения ракет космического назначения. Учебное пособие для вузов. – М.: Рестарт, 2011. – 147 с.

Исследование газодинамических процессов в трубопроводах системы, обеспечивающей термостатирование различных космических головных частей

Чубченко Д.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва
mdpvjake@yandex.ru

Цель работы заключалась в обеспечении более точного регулирования параметров термостатирующего газа, а именно в нахождении зависимости потерь давления от температуры термостатирующего воздуха.

В современных системах термостатирования крайне важным и актуальным является вопрос точного обеспечения заданных режимов термостатирования в части поддержания необходимой температуры термостатирующего газа, а также его расхода на всем протяжении подготовки к пуску ракеты-носителя и космической головной части.

Объектом исследования являлась система термостатирования высокого давления ракеты-носителя и космической головной части. Предметом исследования являлась зависимость давления воздуха в трубопроводе системы от температуры термостатирования.

Задачи:

• Определить газодинамические характеристики и местные сопротивления в магистрали выдачи воздуха на термостатирование;

• Рассчитать зависимости потерь давления в магистралях выдачи между нагревателем и бортовым разъемным соединением блока ракеты космического назначения от температуры термостатирующего воздуха;

• Рассчитать параметры настройки арматуры при различных режимах термостатирования;

• Выдать рекомендации по корректировке инструкций по эксплуатации.

Гипотеза: возможно улучшить точность поддержания температуры за счет определения дополнительных потерь давления на участке от нагревателя до бортового разъемного соединения блока ракеты космического назначения и вычислить конечное давление настройки газового редуктора.

Практическая значимость работы заключалась в использовании во вновь проектируемых и создаваемых системах.

Вывод: Потери давления практически прямо пропорциональны температуре термостатирующего воздуха в промежутке от нагревателя до бортового разъемного соединения блока ракеты космического назначения. На основании всех произведенных расчетов можно сделать вывод, что требуемое давление настройки редуктора с учетом его потерь от температуры термостатирующего воздуха нагревателя, должно составлять 11,2 + (0,061…0,498) МПа для обеспечения давления на входе в бортовое разъемное соединение блока ракеты космического назначения, равным 6 МПа.

Секция №5.5 Системы жизнеобеспечения и экологическая безопасность космической деятельности

ЭКГ в Телемедицине. Улучшенное позиционирование электродов

Аверьянов Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васин Ю.А.
МАИ, Москва
evgenijaveryanov@yandex.ru

Использование компьютерной техники и различных телекоммуникационных технологий в медицинских целях привело к возникновению термина «телемедицина».

Одним из главных достоинств телемедицины является возможность приблизить высококвалифицированную и специализированную помощь специалистов ведущих медицинских центров в отдаленные районы и существенно сэкономить затраты пациентов. Кроме того, очень важным «побочным» эффектом от использования телемедицины является обучение врачей отдаленных районов в процессе регулярного консультирования.

Телекардиогностика – новый этап современной телемедицины. В первый раз в 1905 году В. Эйнтховен выполнил передачу ЭКГ на расстояние, на отдаленное расстояние в 1,5 км, этот факт так и остался тестом. Но, официально развитие дистанционного анализа началось с 1960-х годов с появлением технических решений, которые позволили достигнуть уверенного и довольно высококачественного приема ЭКГ.

Передача ЭКГ дистанционно – это отработанная система управления и контроля данных, с возможностью передачи на неограниченном расстоянии, при условии сигнала мобильной связи.

Но, как и у всякого молодого направления науки, у телемедицины имеется ряд нерешенных проблем. К таким проблемам можно отнести:

• Низкое качество существующих каналов связи, неразвитость, а порой и полное отсутствие высокоскоростных цифровых каналов в отдаленных от федеральных центров районах;

• Отсутствие необходимой ЭКГ — аппаратуры;

• Вопросы защиты и конфиденциальности данных.

Место расположения электродов это очень важная часть, так как возможна неточная установка пациентом.

Развитие новых технологий, например, 5G, Медицинские экспертные системы, повышение доступности облачных решений, а также улучшение наложения электродов, внесут свой дополнительный вклад в совершенствование телемедицины и мобильных решений для здравоохранения.

Оценка состояния дыхательной системы при спокойном дыхании и гипервентиляции методом анализа дыхательных шумов

Астафьева С.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва
ghbphfr211@yandex.ru

В спортивной, космической и морской медицине, а также сомнологии часто стоит вопрос об оценке функционального состояния дыхательной системы человека. Традиционно для этого используются методы прямой флоуметрии, в которых измеряют величину дыхательного потока. Однако не всегда это возможно и целесообразно.

Для оценки состояния системы дыхания предлагается использовать методы респираторной акустики, заключающиеся в регистрации и анализе акустических явлений, возникающих в процессе дыхания (так называемых, дыхательных шумов).

Основной проблемой данной методики является обработка дыхательных сигналов, в частности на данный момент обсуждаются вопросы фильтрации акустического сигнала от шумов, помех и сигналов других физиологических систем, главным образом, сердечно-сосудистой.

Целью работы явилось выявление наличия зависимости между амплитудной характеристикой регистрируемого сигнала дыхательных шумов и величиной вентиляции.

В исследовании приняли участие шесть здоровых добровольцев-мужчин, некурящих, не имевших истории бронхолёгочных заболеваний. Испытуемые выполняли ступенчато возрастающую физическую нагрузку на велоэргометре. В ходе данного эксперимента величины вентиляции возрастала от уровня покоя до субмаксимальных величин. Регистрировали дыхательные вибрации на поверхности шеи над внегрудным участком трахеи, а также величину вентиляции методами прямой флоуметрии.

Регистрация дыхательных шумов производилась путем применения аппаратуры, включающей легкий акселерометр, ленту для фиксации, блок питания, диктофон и кабели, в то числе и USB-кабель для передачи звуковых файлов на компьютер. Акселерометр PCB 333B52 размещался над внегрудным участком трахеи на шее испытуемого и фиксировался на поверхности шеи с помощью ленты “Velcro”.

Была зарегистрирована динамика трахеальных шумов и воздушного потока в ходе дыхательных маневров, включающих спокойное и усиленное дыхание.

Для обработки записей дыхательных шумов был применен метод построения огибающей с помощью преобразования Гильберта. Дополнительно применен полосовой фильтр в диапазоне от 200 до 1000 Гц, что позволило отделить полезный сигнал от сердечных и мышечных шумов, а также от высокочастотных помех.

По полученным огибающим кривых дыхательных шумов найдены акустические оценки частоты дыхания, а также был вычислен RMS-параметр (Root Mean Square) звукового сигнала, характеризующий амплитуду дыхательных шумов.

Сопоставление акустических оценок состояния системы дыхания с оценками, сделанными на основании данных прямой флоуметрии дыхательного потока, показало удовлетворительное соответствие.

Полученные результаты позволят усовершенствовать методику регистрации дыхательных шумов и эффективно применять её в следующих областях:

• Определение апноэ/гипопноэ, в том числе во время сна (в сомнологии),

• Оценка нагрузки на дыхание (гипервентиляции) в условиях, когда традиционная флоуметрия неприменима.

Факторы дорожного движения, неблагоприятные для экологии города

Афлятунова Г.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Калпина Н.Ю.
Московский Политех, Москва
guzel.aflyatunova13@yandex.ru

Автомобильный транспорт является основным источником загрязнения среды обитания. Разработаны и внедрены нормативы «ЕВРО», запрещён импорт в страны автомобилей ниже определенного класса, разрабатываются альтернативные виды топлива. Однако правильно организовать дорожное движение, снизить количество транспортных заторов, во время которых происходит наибольший выброс загрязняющих веществ, пока не удается. Все это не может не влиять на экологическую обстановку. Особенно заметно негативное влияние проявляется в городских экосистемах. Среди загрязняющих веществ наибольшую опасность представляют тяжелые металлы и бензапирен, поскольку эти вещества имеют высокий период

полураспада и способны аккумулироваться в депонирующих средах (почвах, растительности и донных отложениях водоемов).

Накопление токсичных элементов в почвогрунтах придорожных территорий оказывает воздействие на экосистемы городской среды. Наиболее наглядным примером этого воздействия является флуктуирующая асимметрия листовой пластинки растительности.

В связи с этим при проведении исследований решались следующие задачи:

• Установить количественные взаимосвязи между основными и дополнительными выбросами автотранспорта при различной структуре дорог;

• Выявить количественную зависимость между загрязнением почвогрунтов и растительности тяжелыми металлами и дорожным трафиком.

Для определения загрязнения выбросами автотранспорта использовались сертифицированные методики.

В качестве объектов исследования были выбраны Волоколамское и Новорязанское шоссе.

Наблюдения проводились на участках, включающих регулируемые и нерегулируемые перекрестки и разное количество полос движения.

Результаты расчетов позволили выявить влияние на массу выбросов факторов дорожного движения, таких как наличие перекрестков, заторов и количество полос движения. В этом плане наиболее неблагоприятным является Волоколамское шоссе. Оно лидирует по выбросам таких веществ как углеводороды и оксиды азота, характерных для режима движения «разгон – торможение», наблюдаемого при заторах. Для оценки экологического состояния прилегающих территорий были определены коэффициенты концентрации тяжелых металлов в листьях и почвогрунтах исследуемых объектов. По результатам были составлены линейные уравнения регрессии воздействия выбросов автотранспорта на экосистемы, что позволит повысить оперативность оценок воздействия автотранспорта на окружающую среду.

Установленная взаимосвязь основных и дополнительных выбросов позволит выявить недостатки в организации дорожного движения, приводящие к заторам.

Список литературы:

1. В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, Д.А. Кривошеин. Экологическая безопасность в техносфере: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 524 с.

Разработка синхронизации сигнала с Equitest на Optotrack при оценке вертикальной устойчивости человека до и после космических полётов

Баранов М.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва
maxibar@list.ru

Системы управления вертикальной позой человека приспособлены к поддержанию стабильности тела в условиях гравитационной нагрузки. Для осуществления этой задачи ЦНС использует сигналы зрительной, вестибулярной и проприоцептивной систем с тем, чтобы выбирать наиболее эффективную двигательную стратегию и позные синергии для установки тела в требуемое равновесное положение. Кроме того, существенную роль в эффективности поддержания вертикальной позы играет состояние эффекторных органов, призванных исполнять центральные программы и обеспечивать равновесие тела. Устранение или резкое снижение гравитационной нагрузки существенно изменяет функционирование практически всех перечисленных выше систем. В связи с изменением силы тяжести нарушается согласованное взаимодействие сенсорных систем, обеспечивающих процесс двигательного управления, значительные сдвиги возникают в состоянии исполнительного мышечного аппарата. Как показали ранее проведенные исследования, нарушение вертикальной устойчивости является постоянным спутником космических полётов.

Целью планируемых исследований является определение роли центральных и периферических механизмов и, в частности, определение удельного вклада изменений

различных сенсорных и моторных механизмов в реорганизацию контроля вертикальной позы после длительных гипогравитационных воздействий.

Основные задачи данного КЭ составляют:

• Изучение изменений электромиографических и стабилографических параметров позных реакций в пробах с возмущениями после длительных полётов;

• Изучение изменений электромиографических и стабилографических параметров позных реакций в условиях изменения зрительного обеспечения позы, после длительных космических полётов.

• Разработка синхронизации сигнала Equitest на Optotrack для более удобного проведения эксперимента оператором.

Разработка методики оценивания эффективности процессов утилизации промстоков, содержащих высококонцентрированные светлые нефтепродукты, применяемые в ракетно-космической технике

Батиков А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва
sanek_batikov@mail.ru

В настоящее время остро встает вопрос экологичности осуществления ракетно-космической деятельности, экологические стандарты ужесточаются, а контроль за выполнением норм усиливается. Данные требования не обходят стороной и высококонцентрированные светлые нефтепродукты, которые применяются в качестве горючего для ракет космического назначения (керосин, нафтил), это так называемые высококипящие компоненты ракетного топлива. Поэтому существуют, а также разрабатываются различные процессы утилизации данных химических соединений. Поскольку применяемые при заправке ракет системы не являются абсолютно надежными, могут возникать проливы, которые оказывают значительное влияние на экологию.

Целью работы является выявление и обобщение факторов, влияющих на эффективность процессов утилизации, и разработка методики оценивания эффективности этих процессов.

Задачи, которые предстоит решить в рамках работы заключаются в следующем:

1) анализ влияния высококонцентрированных светлых нефтепродуктов, применяемых в ракетно-космической технике, на окружающую среду, в том числе при авариях ракетно-космической техники;

2) анализ существующих процессов утилизации промстоков и выявление факторов, влияющих на их эффективность;

3) разработка методики оценивания эффективности различных процессов утилизации.

Новизна данных исследований заключается в том, что в настоящее время такой методики не существует.

Данная методика позволит при большой вариации возможных способов утилизации обосновать и рационально подойти к выбору при осуществлении различных проектов на этапе эскизного проектирования.

Применение технологии SLS-трехмерной печати для создания испытательных образцов микронасосов

Боярский Г.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хаустов А.И.
МАИ, Москва
glebboyarsky@gmail.com

Практика моделирования 3Д течения жидкости в принципиально новых системах, отличающихся в частности микроразмерами, с помощью различных вычислительных комплексов не дает достоверного знания об их характеристиках. Поэтому изготовление этих

систем, имеющих различные варианты исполнения узлов и элементов входящих в состав систем и дальнейшее их многовариантное испытание является главным инструментом в разработке новых узлов и элементов.

В работе представлены результаты применения технологии SLS-трехмерной печати для изготовления различных вариантов рабочих колес опытного образца микронасоса (диаметр менее 6.5 мм, толщина лопаток рабочего колеса 0.5 мм) для дальнейших его испытаний.

На первом этапе создана твердотельная модель микронасоса с вариантами рабочих колес и спрямляющего аппарата отличающихся толщиной и числом лопаток, густотой рабочего колеса, углами установки лопаток на входе и выходе. Затем выполнялось численное гидродинамическое моделирование течение вязкой жидкости в среде COMSOL Multiphysics в микронасосе с последующей оптимизацией основных элементов и выбором удовлетворяющих вариантов изготовления.

При выполнении компьютерного моделирования параметризировалась частота вращения рабочего колеса. Полученные экспериментальные кривые будут проанализированы в контексте результатов гидродинамических испытаний. На основании анализа, расчетная численная модель будет модифицирована, с целью уменьшения погрешности результатов моделирования.

Моделирование показало возможность изготовления элементов проточной части микронасоса методом SLS-печати при соблюдении требований прочности конструкции. На заключительном этапе подготовлена техническая документация для изготовления 3 моделей рабочих колес из полимера для комплектации микронасоса и его испытания.

Создание замкнутых экосистем для космических баз и станций

Бурлаков М.А., Ксензов И.А.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
maburlakov98@gmail.com

Освоение дальнего космоса связано с созданием пилотируемых (обитаемых) орбитальных станций и баз на поверхности других небесных тел.

Одной из основных проблем создания таких станций и баз является проблема жизнеобеспечения членов экипажа. Системы жизнеобеспечения, функционирующие на запасах, какие используются на станциях, находящихся на орбите Земли, не могут быть применены на станциях, находящихся на орбите других небесных тел, или на базах, находящихся на их поверхности, из-за сложности и дороговизны регулярной доставки расходных ресурсов на большие расстояния.

Основными задачами жизнеобеспечения являются: обеспечение температурно-влажного режима, регенерация атмосферы и воды, обеспечение продуктами питания, а также удаление и переработка отходов. Данные задачи можно решить путем создания замкнутых экосистем. Для их создания предлагается использовать опыт создания замкнутых и частично замкнутых экосистем на Земле.

Наиболее известными примерами замкнутых экосистем являются масштабный американский эксперимент “Биосфера-2”, в ходе которого обнаружился ряд серьезных проблем, и проект “БИОС-3” Красноярского института биофизики. В результате экспериментов по проекту “БИОС-3” удалось достичь полной независимости в обеспечении кислородом и водой, а также на 80% обеспечить потребности экипажа в пище.

В настоящее время в КНР ведутся эксперименты в новом комплексе “Юэгун-1”, который разрабатывался с учетом опыта, полученного при работе над “БИОС-3”, в данном проекте также участвуют красноярские и московские специалисты, которые принимали непосредственное участие в экспериментах с “БИОС-3”. На данный момент известно о завершении эксперимента по имитации жизни на лунной базе, который длился 370 дней.

Дальнейшее развитие данных экспериментов позволит воспроизвести стабильно работающую замкнутую экосистему на орбитальных станциях и базах, что, в свою очередь,

решит проблему долговременного автономного пребывания человека на этих базах и станциях.

Список литературы:

1. Шибанов Г.П. Обитаемость космоса и безопасность пребывания в нем человека. — М.: Машиностроение, 2007. — 543 с.

2. «БИОС-3» — Советская «Биосфера» [электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.priroda.su/item/3254, свободный.

3. Новости космонавтики №07 [электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.ibp.ru/img/NK2014-07-Lunar_palace.pdf, свободный (2014).

Влияние космической деятельности на окружающую среду

Верховская Е.А., Милто Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Метечко Л.Б.
МАИ, Москва
liz1a@yandex.ru

Развитие современного общества неразрывно связано с активизацией космической деятельности. Растущая активность работы космических аппаратов на околоземных орбитах и в дальнем космосе повышает вероятность возникновения аварийных ситуаций и дополнительных рисков загрязнений и структурных изменений биосферы.

Рост производства, испытаний и эксплуатации ракетно–космической техники отрицательно влияет на биосферу в целом: вызывает разрушение озонового слоя, загрязнение атмосферы в результате применения токсичного ракетного топлива, а также загрязнение околоземного космического пространства частями отработанных космических аппаратов, являющихся космическим мусором.

В данной работе авторами исследовалась статистика экологических рисков космической деятельности напрямую зависящая от роста производства ракетно-космической техники и объемов хранения ракетного топлива. Космическая деятельность стала неотъемлемой частью жизни современного общества, без которой невозможны космическая связь, мониторинг, навигация и обороноспособность государств. Однако с ростом активности космической индустрии растут риски аварийных ситуаций: возможности проливов токсичных компонентов ракетного топлива, выбросы продуктов неполного сгорания, радиоактивных компонентов и опасности различных нештатных ситуаций при испытаниях и эксплуатации ракетной техники.

Космическая деятельность загрязняет не только атмосферу, но и биосферу в целом. Страдают биота, поверхностные и подземные пресные воды, мировой океан и литосфера. При падении отработанных ступеней ракетной техники с остатками токсичного топлива, происходит загрязнение гумусового горизонта, что в дальнейшем приводит к деградации почв, особенно в районах траектории запуска.

По мнению авторов с целью снижения экологических рисков космической деятельности необходимы объединенные усилия общества по реализации общегосударственных программ, направленных на поиски эффективного экологически безопасного топлива, новых технологий по ремедиации почв и нейтрализации опасных соединений, методов и средств очистки околоземного космического пространства от мусора.

Список литературы:

1. Метечко Л.Б., Сорокин А.Е., Новиков С.В., Введение в экологию аэрокосмической отрасли. Учебник. —/Калуга: Издательство «Эйдас», 2016. — 320 с.

2. Метечко Л.Б., Сорокин А.Е. Кластерная стратегия экоинновационного развития машиностроительной отрасли//Научно-технический журнал СТИН №10, М, 2017. С. 27-31

3. Голов Р.С., Метечко Л.Б., Мыльник А.Е., Сорокин А.Е. Экологическая инноватика — современный подход к решению глобальной проблемы человечества//Экономика и управление в машиностроении. 2016. №6. С. 22-29.

Влияние экологических норм ИКАО на отечественное авиастроение

Дукаева А.А.
Научный руководитель — к.э.н. Вострикова С.М.
МАИ, Москва
adeledukaeva@gmail.com

С появлением реактивных самолётов нагрузка аэропортов увеличилась в десятки раз: до введения данных моделей самолётов аэропорты принимали всего 10 рейсов в день, сейчас до нескольких сотен рейсов в день. Увеличение авиационного потока усугубляет одну из главных проблем в современном авиационном секторе – шум. На сегодняшний день шум реактивного самолёта достигает 130 – 140 децибел, что является пороговым значением появления у человека болевых ощущений.

Эмиссия представляет угрозу здоровья общественности и окружающей среде, так как приводит к ухудшению качества воздуха жилых зонах в близлежащих районах. Могут приводить к выпадению кислотных дождей, увеличивать концентрацию приземного озона.

Международная организация гражданской авиации (ИКАО) является одним из специализированных учреждений ООН, созданным государствами для административного и организационного обеспечения Конвенции о международной гражданской авиации (Чикагской конвенции). Главной целью организации является помощь странам в достижении максимального единообразия стандартов, правил, процедур в секторе гражданской авиации.

Стандартизацией в России занимается Межгосударственный совет по стандартизации метрологии и сертификации Содружества Независимых Государств (в соответствии с резолюцией Совета Международной организации по стандартизации ISO 40/1995 от 14 сентября 1995 г.).

В 2001 году были ужесточены шумовые нормативы ИКАО. Большая часть Российского авиационного рынка под нововведения не подходила, стоимость модернизация составила 5% годового оборота всех отечественных авиакомпаний.

ИКАО контролирует экологическую обстановку в районе аэропортов. Был введены требования по ужесточению нормативов в области шума, выбросов топлива в атмосферу топлива при остановке двигателя, эмиссии авиационных двигателей (несгоревших углеводородов, оксида углерода, оксидов азота (NOx) и дыма). В 2008 году ИКАО наложила запрет на производство двигателей, не соответствующих стандартам по эмиссии авиационных двигателей, также было предложено ужесточить нормы на эмиссию NOx от авиационных двигателей на 45% (к 2020 году) и на 60% (к 2030 году) по сравнению с нормами CAEP/6. К 2028 году ИКАО введет ужесточение показателя нормы шума по сравнению с текущим значением, которое было усилено на 7 EPN дБ относительно требований Главы 4 международного стандарта.

Отечественные силовые установки удовлетворяют запросы ГОСТов, но не подходят под нормативы ИКАО по шуму и эмиссии авиационных двигателей. Из-за введенных показателей, некоторым моделям советских самолётов, таким как ТУ-134, ТУ-154 М и ТУ-154Б, ИЛ-76, ИЛ-86, был закрыт доступ в воздушное пространство Европы и других стран. Для решения этой ситуации Россия закупает двигатели зарубежных производителей. Перспективу в данной области подают двигатели семейства Д-436 и ПД-14.

В результате данной работы было произведено сравнение стандартов отечественных и международных, выявлены их сходства и различия. Определены слабые и сильные стороны отечественной авиации в рамках экологических нормативов, пути решения проблем и улучшения текущей ситуации. Отслежена тенденция развития стандартов по шуму и эмиссии авиационных двигателей.

Биолого-техническая система жизнеобеспечения на орбите: "DIONIS VISION"

Иванюшин И.А., Рудой И.А., Сашин А.П.
Научный руководитель — Сухарев Д.А.
МАИ, Москва
ivanyuschin.ilia2010@yandex.ru

Рассматривая задачу проектирования космической оранжереи в общем случае, то есть создания конкретной её структуры, можно отнести её отнести к классу задач многокритериальной оптимизации с неполным описанием объекта. Конструкция космической оранжереи в значительной степени определяется характером космической миссии и ресурсами космического корабля, для которого она, собственно, предназначена.

Согласно теории потенциальной эффективности, за наиболее общий критерий оптимальности работы оранжереи для пилотируемого космического корабля, взаимодействующей с внешней средой с заданными свойствами, можно принять выражение, характеризующее предельно выгодный обмен. Выражение являет собой функцию, зависимость в которой строится на ресурсах из гермокабины и системе для производства в себе некоторого количества ресурсов.

В настоящее время разработаны различные методики оптимального синтеза технологической структуры системы жизнеобеспечения, применимые и для проектирования космических оранжерей. В процессе проектирования обычно выделяют четыре основных этапа:

1) формирование модели эффективности, включающей множество количественных и качественных критериев системы

2) формирование дискретного множества альтернативных вариантов структуры объекта в заданной области допустимых значений параметров

3) анализ эффективности вариантов по определенному алгоритму

4) выработка рекомендаций по составу структуры объекта, как правило, с учетом неопределенности в исходной информации

Но помимо общих технических решений в конструкции нашего проекта хочется подчеркнуть и его уникальные составляющие — адаптивный свет и систему проецирования. Вполне себе очевидно, что растение в разные периоды онтогенеза требует разное количество света для фотосинтеза. Этот фактор, естественно, зависит не только от мощности облучения, но и от других составляющих. Одной из таких составляющих является и спектральный состав света. И как раз одним из уникальных технических решений нашего проекта является — автоматическая настройка света в разные периоды онтогенеза растения. Система проецирования же призвана оказывать воздействие на психологическое состояние экипажа.

Обеспечение безопасности проведения плановых предупредительных работ на газораспределительной станции

Игнатенко П.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Навасардян Е.С.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
pollianna-1997@mail.ru

Для проведения плановых предупредительных работ необходима полная остановка газораспределительных станций при этом сбрасывается в атмосферу весь природный газ, находящийся в системе. Естественно, в данной ситуации необходимо найти баланс между временем сброса и уровнем концентрации газа в приземном слое атмосферы.

Рассмотрим такую ситуацию на примере ГРС Горький-3. По плану продолжительность предупредительных работ составляет 24 часа. Сложность заключается в том, что санитарно-

защитная зона (ССЗ) была сокращена до 140 метров. Ближайшая жилая постройка находиться в 170 метрах.

Из технического регламента видно, что в системе находиться 0,2395 тонн природного газа. Всего для аварийного сброса газа предусмотрена одна свеча.

С помощью программного комплекса УПРЗА «Эколог» рассчитаем концентрацию природного газа в атмосфере и приемлемое время сброса учитывая жилую застройку и климатические характеристики.

Результаты расчётов показали, что приемлемое время сброса составляет 15 минут, а через 30 минут рассеивается до 0,5 от ОБУВ. При этом если, к примеру сброс осуществить за 5 минут, то превышение ОБУВ будет в 3 раза.

При приемлемом времени сброса массовый расход газа из свечи составляет 266,1 г/с или 0,371 $м^3$/с. Диаметр свечи равен 0,08 м, скорость потока составляет 848 м/с. Рассчитав уровень звукового давления получаем что у источника оно составляет 123,4 дБ. Рассчитаем уровень звукового давления на границе ССЗ согласно СТО Газпром 2-2.1-127-2007. Получаем 80 дБА. Согласно СанПиН 2.1.2.2645-10 максимальный уровень звука на территории непосредственно прилегающим к жилым домам составляет 70 дБА. Таким образом помимо обязательного использования средств индивидуальной защиты при осуществлении предупредительных работ необходимо поставить глушитель с эффективностью 20 дБА.

Формирование трассы орбиты космического аппарата для экомониторинга озера Байкал

Константинова А.П.
Научный руководитель — д.т.н. Лебедев В.В.
МАИ, Москва
nastya-konstantin@lenta.ru

На сегодняшний день состояние экосистем озера Байкал продолжает ухудшаться. В первую очередь, на это влияет антропогенная деятельность: несанкционированные вырубки леса, свалки ТБО (твердых бытовых отходов), стоки промышленных предприятий, лесные пожары, активная туристическая деятельность и другие факторы, которые приводят к эвтрофикации водоёма, обмелению озера и сокращению количества эндемиков. Для сохранения благоприятной обстановки необходимо постоянное наблюдение за озером. Я предлагаю запустить спутник и использовать геосинхронную орбиту «Молния» для мониторинга водоохраной территории Байкала.

Выбор этой орбиты обоснован тем, что озеро Байкал как объект для ДЗЗ имеет некоторые особенности, при которых создать непрерывное наблюдение за ним очень трудно. Это такие особенности как: протяженность с севера на юг на 600 км, ширина – 60 км, и географическая широта северной части озера – 56 градусов. В баллистике действует правило: трасса КА (космического аппарата) проходит над всеми широтами в диапазоне от минус наклонения в Южном полушарии до плюс наклонения в Северном полушарии Земли. Наклонение орбиты к плоскости экватора Земли должно быть не меньше 56 градусов, иначе не будет ДЗЗ северной части озера. Так как ширина озера 60 км, а первая космическая скорость на низких орбитах около 8 км/с, то КА пройдет ширину Байкала за 8 секунд. Такое нецелесообразное использование аппаратуры неприемлемо, поэтому использование орбиты «Молния» решит эту проблему. Наклонение орбиты «Молния» — 62 градуса, которое подходит для ДЗЗ Байкала.

Баллистическая задача – задержать КА на широте 56 градусов как можно дольше, при использовании геосинхронной высокоэллиптической орбиты можно задержать спутник над озером на 8 часов. Поэтому для непрерывного наблюдения за состоянием озера в реальном масштабе времени и сохранения благоприятной обстановки требуется запустить орбитальную группировку из трех космических аппаратов (T=24 ч. 24:8=3).

На данный момент такие спутники изготавливают и разрабатывают, требуется только модернизировать аппаратуру, установив фотокамеру высокого разрешения (1 м.) и сканер для более детального изучения состояния геосистем, ведь высота апогея орбиты – 40000 км.

Таким образом, можно решить проблему загрязнения и эвтрофикации водоёма, понижения береговых уровней и сохранить исчезающие виды животных.

Многолетняя изменчивость экстремальности природных процессов

Котова А.В.
Научный руководитель — доцент, Фетисов А.Г.
МАИ, Москва
Kotova_arina@list.ru

В последние десятилетия отмечается увеличение повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных погодно-климатических проявлений. По данным Росгидромета, количество опасных природных явлений в России выросло за последние 30 лет на 20%. Экстремальность природных процессов связана с глобальным потеплением атмосферы и океана. При потеплении увеличивается частота экстремально высоких температур воздуха, засушливых периодов, суховеев, пыльных бурь, растет вероятность пожаров. С другой стороны, при потеплении увеличивается интенсивность конвективных явлений и связанных с ним гроз, шквалов, смерчей, ливней, града.

При рассмотрении многолетних изменений природных характеристик выделяют их усредненные и многолетние значения. В гидрометеорологии все движения в атмосфере и океане анализируются по синоптическим картам или долготно-временным разрезам относительно неподвижной земной поверхности. Интервалом времени нанесения данных наблюдений служат сутки, иногда месяцы и даже годы.

Из-за изменчивости лунно-солнечных приливных сил амплитуда колебаний элементов погоды, метеорологических и морских гидрологических характеристик тоже изменяется во времени с теми же периодами. Но чем больше размах колебаний гидрометеорологических характеристик, тем чаще возникают экстремальные ситуации, тем больший ущерб хозяйству наносят опасные гидрометеорологические явления. Получается, что частота появления экстремальных природных процессов меняется в соответствии с разнообразными колебаниями приливных сил.

В ходе исследования определены особенности экстремальных природных явлений. Автором предлагается решать данную актуальную экологическую проблему путем применения современных технологий: дистанционной разведки экологической обстановки и компьютерного моделирования последствий гидрометеорологических явлений.

Список литературы:

1. Касимов Н.С., Клиге Р.К. Современные глобальные изменения природной среды. Т. 4. Факторы глобальных изменений — М.: Научный мир, 2012. — 540 с.

2. Изменение климата. Обобщенный доклад. Межправительственная группа экспертов по изменению климата. ISBN 92-9169-415-0. 2001. 220 с.

3. Мультановский Б.П. Основные положения синоптического метода долгосрочных прогнозов погоды. М.: ЦУЕГМС, 1993. 139 с.

Среда обитания и жизнеобеспечение в космосе

Кротов К.В., Первых Г.В.
Научный руководитель — Кабанов А.С.
МАИ, Москва
Dozor.kirill@gmail.com

Факторы влияния делятся на три условные группы:

1. Факторы, имеющие физическое происхождение и вызванные космическим пространством:

К таким факторам относят: низкое барометрическое давление, повышенный уровень излучения, большое изменение температуры, метеорные тела

2. Факторы, имеющие физическое происхождение и вызванные движением космического летательного аппарата:

К ним относят: шум, вибрации, ускорение и невесомость

3. Факторы, вызванные условиями пребывания на космическом летательном аппарате:

Длительная изоляция, нарушение циркадного ритма, взаимодействие с членами экипажа, микроклимат.

Потенциальные опасности от различных факторов:

1. Факторов, вызванных космическим пространством:

Из-за низкого барометрического давления может возникнуть декомпрессионная болезнь, вызванная фазовым переходом жидкостей в газы из-за повышения высоты. Лучевая болезнь, как следствие влияния ионизирующего космического излучения в отсутствии атмосферы земли. Также возможны повреждения тканей организма из-за воздействия корпускулярной радиации. Угроза дегидратации в связи с повышением температуры до 31-33, и при повышении температуры вплоть до 60 тепловой удар, потеря сознания и смерть.

2. Факторов, связанных с движением:

Шум и вибрации негативно влияют на анафазу клеток спинного мозга и могут вызывать смещение внутренних органов, что может привести к травмам их тканей. При больших продольных перегрузках происходит смещение мягких тканей лица, отвисает челюсть, появляются нарушение дыхания и сердечной деятельности, их длительное влияет на систему кровообращения. Невесомость влияет на жидкости, мышцы и кости тела человека, из-за чего возникает изменение биомеханики движений, отсутствие гидростатического давления крови и других биологических жидкостей, появляются изменения в функционировании органов чувств, с помощью которых осуществляется анализ положения тела в пространстве.

3. Факторов, связанных с условиями пребывания:

Напряженность, угроза нервного срыва и общее ухудшение здоровья, в связи с изменениями восприятия пространства органами чувств, замкнутым пространством и проблемами коммуникации из-за биологической или психологической несовместимости экипажа. Также возникновение болезненного десинхроноза из-за тяжелых условий работы и измененного циркадного ритма.

Способы купирования проблем и уменьшения риска:

В условиях пониженного барометрического давления потребность человека в кислороде возрастает. Установлено, что допустимое содержание кислорода в воздухе может достигать 60%, поэтому оптимальным значением является 30-40%, для обеспечения требований пожарной безопасности, при 740 мм.рт.ст, с возможностью изменения в диапазоне от 400 вплоть до 1000 мм.рт.ст в случае необходимости в соответствии с ГОСТом Р 50804-95.

Этим ГОСТом также регулируются рабочие диапазоны температур микроклимата ПКА: от 18 — 25°С с относительной влажностью 40-75% со скоростью газового потока 0.05-0.2 м/с. Для взаимодействия с нагретыми поверхностями используются средства индивидуальной защиты в соответствии с ГОСТом 12.4.011 и применяется теплоизоляция и экранирование для уменьшения конвекционных потоков и для уменьшения удельной мощности излучения.

Невесомость требует разработки специальных профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения структурных и функциональных

изменений, оправданных отсутствием весовой нагрузки на скелет и мускулатуру. Мероприятия призваны имитировать нагрузки, эквивалентные силе тяжести. К ним относятся физические, такие как велоэргометры, силовые упражнения с эспандером и т.д., призванные предупредить развитие детренированности сердечнососудистой системы. Также включают средства, предназначенные для искусственного воспроизведения гидростатического давления крови, препятствующие вымыванию жидкости из организма и увеличивающие объем циркулирующей крови.

Защита от метеоритной угрозы обеспечивается прочностными характеристиками ПКА. При внекорабельной деятельности производится слежения за космической обстановкой с использованием модели пространственного распределения метеорных тел. Также предусматривается экранирование и дополнительные слои и препараты для уменьшения влияния ионизирующего излучения на космонавта с учетом допустимых значений радиационного воздействия по ГОСТу 25645.215. Для создания иллюзии большого пространства внутри ПКА интерьер окрашивается.

Список литературы:

1. Факторы космического полёта // НИИ ЦПК им. Ю. А. Гагарина. URL: http://www.gctc.ru/main.php?id=940#4

2. ГОСТ Р 50804-95 Среда обитания космонавта в пилотируемом космическом аппарате. Общие медико-технические требования

3. ГОСТ 25645.215-85 Безопасность радиационная экипажа космического аппарата в космическом полёте. Нормы безопасности при продолжительности полётов до трех лет

4. ГОСТ 12.4.011 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

Разработка экспериментального стенда, моделирующего рабочее место оператора для управления напланетным транспортным средством (ровером), адаптированного для работы в скафандре

Крунтяева В.С.
Научный руководитель — доцент, к.м.н. Швед Д.М.
МАИ, Москва
nic-09@inbox.ru

В настоящее время международные космические агентства активно разрабатывают проблемы, связанные с реализацией космических полётов за пределы низкой околоземной орбиты – на Луну и Марс. Обеспечение надежности деятельности космонавта – одна из приоритетных задач обеспечения безопасности космических полётов. В интересах проектов будущих межпланетных пилотируемых экспедиций вопросы поддержания навыков профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полёте, а также изучения возможности выполнения исследовательских работ на других планетах после длительного воздействия факторов КП являются особенно важными [1].

Особое место в вопросах поддержания навыков профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полёте занимает выполнение реалистичной операторской деятельности, которую предстоит осуществить космонавту после высадки на планету, например, управление напланетным транспортным средством (ровером).

В связи с этим возникает необходимость тренировок по управлению ровером как на Земле, так и в ходе космического полёта, которые позволяли бы космонавту поддерживать свои профессиональные навыки.

Полученные в ходе экспериментов «Пилот–Т» и «Созвездие» результаты показали, что моделирование операторской деятельности с помощью тренажерно–исследовательских комплексов позволяет проводить тренировочные занятия с космонавтами с целью сохранения и поддержания на высоком уровне их профессиональных навыков. При этом, в ходе выполнения эксперимента «Созвездие» было показано, что работа в предназначенном для

ВКД скафандре осложняет взаимодействие космонавта со стандартными органами управления.

Таким образом, для решения задачи, связанной с необходимостью тренировок по управлению ровером, предлагается разработать адаптированный для работы в скафандре стенд, моделирующий рабочее место оператора, который включает в себя:

1. Средства обработки и отображения информации.

2. Орган управления с активной силовой обратной связью (существующие в данное время органы управления не обладают достаточной обратной механической связью, необходимой для работы в скафандре).

Список литературы:

1. Григорьев А.И., Ушаков И.Б., Моруков Б.В., Бубеев Ю.А., Боритко Я.С., Швед Д.М., Черняков Е.Л., Гущин В.И. Основные операционные подходы к наземному моделированию пилотируемого полёта на Марс. // Биотехносфера, 2013. — № 4 (28). — С. 11-17.

2. Ломов Б.Ф., Мясников В.И. Медико-психологические аспекты психологической надежности космонавта //Психол. журн. – М., 1988. — № 6. – С. 6572.

3. Сальницкий В.П., Мясников В.И., Бобров А.Ф., Шевченко Л.Г., Дудукин А.В. Исследование надежности деятельности космонавта на различных этапах длительного космического полёта (эксперимент «Пилот»). // Монография «Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина». – М., 2002 — Т. 2.

Загрязнение биосферы типовыми аэропортами

Кудрявцева А.Н., Хабибуллин М.М., Яковлева А.И.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Метечко Л.Б.
МАИ, Москва
anna-kudryawtsewa29@yandex.ru

Биосфера является важнейшей средой для человека, ведь всё необходимое для жизни он берёт именно в ней, и поэтому человечество должно приложить все усилия, чтобы сохранить это богатство. Для нынешнего человека аэропорты стали одной из значимых частей жизни, без которой люди не могут попасть в некоторые города и переправить грузы. А транспорт является одним из наиболее значительных источников загрязнения биосферы. Особенно это воздействие на окружающую среду оказывает воздушный транспорт.

Большую часть отходов, производящихся аэропортами, составляют полимерные материалы, нефтепродукты, масла и смазки. Полимерные материалы — это, пожалуй, один из наиболее значимых источников загрязнения внутренней среды химическими веществами. Нефть и нефтепродукты оказывают влияние на природные воды, а также в воздух выбрасывается большое число веществ разных классов опасности. На покрытиях аэропортов накапливается смесь, состоящая из пыли, продуктов сгорания топлива, частиц стирающихся шин и других материалов, которые вместе с дождевыми потоками попадают в водоёмы.

Загрязнение биосферы аэропортами происходит не только за счет отходов производства, но и продуктами сгорания. Первый аспект воздействия воздушного транспорта на экологическую ситуацию являются продукты сгорания авиатоплив. Топливо для самолётов разделяют на два основных вида– авиационный бензин и реактивное топливо (авиакеросин). Вредные вещества, выбрасываемые авиатранспортом, составляют примерно 40% всех выбросов в атмосферу. Авиационное топливо (керосин) представляет собой сложную смесь углеводородов (углерод составляет примерно 86%, а водород оставшиеся 14%). При сгорании углерод реагирует с кислородом воздуха (сжигание каждого килограмма авиационного керосина пополняет атмосферу 3,15 килограммами CO2 (углекислого газа)). Также при сжигании образуется водяной пар. При попадании горячих и влажных выхлопных газов в холодную окружающую среду пар конденсируется, образуя мельчайшие капельки воды, а на больших высотах, где температура забортного воздуха достигает 30-50 градусов ниже нуля, образуются мельчайшие льдинки. Углекислый газ и водяной пар задерживают тепло, излучаемое Землёй, что способствует развитию парникового эффекта.

Однако немалую роль в загрязнении биосферы типовыми аэропортами играет и животный мир. Аэродромы привлекают птиц. Летное поле и окружающее его пространство обычно засеяно травой, где они могут питаться семенами растений, насекомыми и грызунами. Во многих городах неподалеку от аэропортов располагаются свалки, которые тоже приманивают птиц. Птичий помёт очень опасен для окружающей среды. Он состоит из разных вредных химических веществ, влияющих на атмосферный воздух, например, сульфиды, кислоты, бензопирролы, сераорганические соединения, фенолы, бензохиноны, 2,6-дитретбутилкрезол и т.д. Птичий помет быстро разлагается, выделяя аммиак и другие вредные вещества, которые образуют парниковый эффект.

Список литературы:

1. Авиация: Энциклопедия / Гл. ред. Г.П. Свищёв. М.: Большая Российская энциклопедия, 2007.

2. Природопользование // Экологический энциклопедический словарь / Под ред. А.С. Монина. М.: Издательский дом "Ноосфера", 1999.

3. Голубев И.Р., Новиков Ю.В. Окружающая среда и транспорт. — М.: Транспорт, 1999. 207 с.

Направления совершенствования экологического мониторинга на транспорте

Ларина К.Д.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Сотникова Е.В.
Московский Политех, Москва
larina.kris2015@yandex.ru

Начальным этапом обеспечения экологической безопасности является экологический мониторинг, который включает: наблюдения за состоянием среды; оценку фактического состояния среды; прогноз состояния окружающей природной среды (ОПС) и оценку прогнозируемого состояния.

При проведении экологического мониторинга на транспорте весьма проблематичным является его высокая трудоемкость и прогноз состояния ОПС. На стационарных и мобильных постах наблюдений анализируют загрязнение атмосферного воздуха, что явно не отражает полную картину загрязнения.

Атмосферные примеси накапливаются в депонирующих средах, период полувыведения из которых составляет десятки лет. Особенно это касается тяжелых металлов и бензапирена.

Проводить же постоянно определение химического состава депонирующих сред трудоемко и экономически нецелесообразно.

Также высокой трудоемкостью отличается использование для оценки уровня загрязнения методики, основанной на расчете выбросов автотранспорта.

В связи с этим при проведении исследований решались следующие задачи:

1) снизить трудоемкость экологического мониторинга на транспорте;

2) повысить достоверность прогнозирования воздействия автотранспорта на окружающую среду;

Для определения загрязнения выбросами автотранспорта использовались сертифицированные методики.

В качестве объектов исследования были выбраны Ленинградское и Пятницкое шоссе.

Как показали расчеты загрязнения атмосферного воздуха газообразными выбросами, характерными для автотранспорта наиболее неблагоприятным в плане автотранспортной нагрузки является Ленинградское шоссе.

Помимо расчетов проводился химический анализ проб почвогрунтов придорожных территорий.

С целью интерпретации результатов исследования и прогнозирования экологической ситуации было проверено математическое моделирование загрязнения среды в зависимости от различных переменных и приведена оценка надежности выполненных расчетов.

Получены линейные уравнения регрессии, позволяющие выявить количественные взаимосвязи между автотранспортной нагрузкой и загрязнением прилегающих территорий.

Полученные данные можно использовать для прогнозирования экологического состояния территорий при возрастании автотранспортной нагрузки.

Список литературы:

1. Сорокин А.В., Сотникова Е.В., Графкина М.В. Экологические критерии воздействия автотранспорта на депонирующие среды рекреационных зон// Безопасность жизнедеятельности. — 2015. —№8(176). С. 45-51.

2. В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, Д.А. Кривошеин. Экологическая безопасность в техносфере: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 524 с.

Оценка психофизиологической напряженности деятельности оператора при экстремальных условиях посадки

Лизовчук М.В.
Научный руководитель — профессор, д.м.н. Дворников М.В.
МАИ, Москва
vchukmv@rambler.ru

Нештатные ситуации во время пилотирования – это частое явление в авиации. Необязательно что они приведут к катастрофе, в определенных случаях есть возможность совершить посадку с минимальными увечьями для человека и авиационной техники. Но какой ценой для лётчика? Справится ли его организм с таким стрессом, сможет ли адаптироваться?

Цель исследования. Провести психофизиологическую оценку динамики изменения функционального состояния операторов беспилотного летательного аппарата в экстренной ситуации во время выполнения штатного пилотирования.

Физиологически стресс, как адаптационный сидром описал впервые Ганс Селье (1952), как совокупность защитных реакций, возникающих в организме человека при действии значимых внешних или внутренних раздражителей, и эти реакции направлены на стабилизацию равновесия и поддержанию гомеостаза. В физиологии по авиационно-космическому профилю проблему стресса можно рассматривать с позиции влияния профессиональных стрессовых факторов на организм человека, работающего на пределе физиологических возможностей. В стрессовых ситуациях от лётчика требуется мгновенная адаптационная реакция, которая останавливает развитие неуправляемых негативных процессов, а затем обеспечивает контроль и управление собственным состоянием. И сердечно-сосудистая система, и вегетативная нервная система имеют существенное значение в формировании адаптационно-приспособительных реакций организма.

Было проведено исследование по оценке динамики изменения функционального состояние операторов беспилотного летательного аппарата во время штатного запланировано полёта. В ходе проведения эксперимента произошла чрезвычайная ситуация, заключающаяся в выходе из строя одного из генераторов беспилотного аппарата, что требовало срочного прерывание полётного задания и совершения посадки. В ходе эксперимента производилась электрофизиологическая регистрация сердечного ритма (электрокардиография – ЭКГ). Для математико-статистической обработки последовательности кардиоинтервалов использовались временной и частотный методы анализа вариабильности сердечного ритма.

Была выявлена специфическая психофизиологическая реакция операторов во момент выхода из строя генератора беспилотного летательного аппарата и был оценен адаптационный процесс восстановления функционального состояния оператора во время экстренной посадки беспилотного аппарата.

Список литературы:

1. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 98 с.

2. Воскресенский А.Д., Вентцель М.Д. Статистический анализ сердечного ритма и показателей гемодинамики в физиологических исследованиях. Сборник: Проблемы космической биологии. Том 26. – М.: Наука, 1970. – 256 с.

3. Соколов А.В., Калинин Р.Е., Стома А.В. Теория и практика диагностики функциональных резервов организма // – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2015. – 176 с.

Анализ причин возникновения пожара на складском комплексе

Лисюткин Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Сотникова Е.В.
Московский Политех, Москва
istruzi@gmail.com

На Западе существует определенная классификация складских помещений, которая отражает и упорядочивает весь спектр требований, в соответствии с которыми и строятся склады определенного уровня. В России же четкой классификации, утверждённой на законодательном уровне, пока нет. Для определения единых критериев оценки складских помещений международная консалтинговая компания разработала и предложила свою классификацию складских помещений. Согласно этой классификации все складские помещения делятся на 6 классов: A+, A, B+, B, C, D.

Соответствие склада тому или иному классу носит рекомендательный характер и зависит от многих факторов: месторасположение; этажность; высота; пролет; наличие инженерного оборудования (вентиляция, отопление и прочее оборудование, позволяющее создавать определенные климатические условия); наличие охранных систем и систем пожаротушения, видеонаблюдения; высота расположения полов и наличие антипылевого покрытия; наличие определенного количества ворот докового типа, погрузочно-разгрузочных площадок, регулируемых по высоте; наличие площадок для маневрирования и стоянки грузового и легкового автотранспорта; наличие офисных, вспомогательных помещений и строений; наличие ограждения территории с круглосуточной охраной и многое другое.

Объектом нашего исследования являлся склад Класса А, используемый для хранения книжной и канцелярской продукции, расположенный в ПГТ Родники, общая площадь которого составляет 1000х2000 метров. Состоит из нескольких зон (зона приемки, зона погрузки, зона хранения, зона сбора, зона маркировки, зона упаковки и офисная часть и т.д.). Поскольку целью работы было определение места возникновения пожара и способов его предотвращения были выявлены три основные зоны: зона подбора, зона погрузки и зона хранения, где наиболее высок риск возникновения пожара.

Для обеспечения пожарной безопасности складов категории А, к которому относится изучаемый объект, предусмотрены: вытяжка и видео наблюдение возле потенциально опасных мест; архитектурно планировочное решение (безопасное в плане пожара).

В ходе изучения удалось выявить две возможные причины пожара, к которым относятся преднамеренный поджег и техническая неисправность проводки, связанная с внешним воздействием (протечка крыши вследствие таяния снега или ливневых дождей). Последнее было связано с устаревшим способом крепления крыши, приводящему к возникновению отверстий. Для устранения данных причин были предприняты следующие действия:

- Ужесточен досмотр персонала склада и водителей с автотранспортом;
- Установлены камеры видео наблюдения через каждые 20-30 метров.
- Было предложено изменить тип крепления крыши, предусматривающий герметизацию отверстий.

Таким образом, не смотря на то что, склад категории А является одним из наиболее безопасных складов в мировой практике, на нем все равно возможно возникновение пожара и связано это может быть не только с человеческим фактором, но и материалом используемого при постройке склада и дальнейшей эксплуатации.

Разработка автоматического узла для изменения положения ложемента расположенного на центрифуге короткого радиуса

Мартынов З.В.
Научный руководитель — к.б.н. Белозерова И.Н.
МАИ, Москва
stiwiki@mail.ru

Длительное пребывание человека в условиях невесомости вызывает изменение гемодинамики, приводящие к детренированности сердечно сосудистой системы (ССС) и застоя во внутренних органах, что может приводить к снижению работоспособности [1,2,3]. Важное место занимают вопросы профилактики сердечно сосудистой системы. Для этого была предложена центрифуга короткого радиуса.

Одной из важных частей центрифуги короткого радиуса является ложемент.

Если сидение слишком высокое, а глубина большая, развивается затруднение кровообращения в нижней части бедра, а также голени и стопах человека. Это может приводить к тромбообразованию. Для устранения нарушения кровообращения предлагается автоматический узел изменения положения ложемента, способствующее изменению положения тела космонавта.

Таким образом, целью работы явилась разработка узла для изменения положения ложемента с автоматической настройкой.

Список литературы:

1. Белозерова И.Н., Кудрявцева Н.С. Анализ параметров ультразвукового излучения для регенерации костной ткани космонавтов в длительных космических полётах // Труды МАИ, 2017. № 92. 25 с.

2. Белозерова И.Н., Кудрявцева Н.С. Долговременные космические полёты – использование ультразвука для регенерации поврежденных костных тканей космонавтов // В книге «Авиация и космонавтика – 2017». Тезисы. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). 2017. С. 255-257.

3. Белозерова И.Н., Кудрявцева Н.С. Моделирование взаимодействия ультразвука с костной тканью в задаче ускорения заживления травм космонавтов в долговременных космических полётах // В книге «Авиация и космонавтика – 2018». Тезисы 17-ой Международной конференции. 2018. С. 285-287.

Система менеджмента качества и система экологического менеджмента, как основные составляющие интегрированной системы менеджмента, определения и основные выгоды и достоинства от их внедрения

Незведова С.А., Гусева Т.И.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Афонина О.А.
МАИ, Москва
hound11@mail.ru

В контексте охраны окружающей среды должны быть предприняты усилия по внедрению рабочих инструментов на промышленные предприятия. Необходимо разработать, а после внедрить в сферу промышленности такие механизмы, которые снизят вредное влияние на окружающую среду и сохранят уровень производства на прежнем уровне.

Для образования системы интегрированного менеджмента на предприятии необходимо внедрение системы экологического менеджмента и системы менеджмента качества.

Система экологического менеджмента – часть системы менеджмента, используемая для управления экологическими аспектами, выполнения принятых обязательств и учитывающая риски и возможности. СЭМ помогает эффективно управлять предприятием с целью снижения вредного воздействия на окружающую среду, позволяет систематизировать и отладить

действия персонала и руководящего состава для предотвращения и решения экологических проблем в сфере бизнеса.

Основным преимуществом для предприятий в пользу внедрения данной системы можно считать экономический эффект, который окупит все затраты на внедрение данной системы. Наличие СЭМ позволяет предположить, что чрезвычайных ситуаций на предприятии станет меньше, в связи с особенностями данной программы. В результате, предприятие может снизить затраты на возмещение убытков от чрезвычайных ситуаций, произошедших на предприятии.

Система менеджмента качества делает прозрачным производственный процесс в организации, имеющий отношение к такому важнейшему для любой компании или госструктуры критерию, как качество продукции, услуг. Благодаря установлению документированных процедур, процедур анализа ситуации с качеством, ротации документов, высшее руководство получает возможность отслеживать те изменения, которые ранее были недоступны, а также повышать не только качество товара или услуги, но и улучшать производственные процессы внутри предприятия.

Внешние выгоды от СМК связаны с возможностью сертифицировать её в независимой, коммерческой организации, которая предлагает услуги сертификации – орган по сертификации.

При наличии этих двух систем предприятие выходит на совершенно новый уровень, перестает платить высокие налоги за выбросы, сбросы, находит новую клиентуру и привлекает новых клиентов и подрядчиков.

Разработка портативного миографа для контроля мышечного напряжения космонавтов

Никитина А., Боярский Г.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хаустов А.И.
МАИ, Москва
ann_eyes@bk.ru

Работа космонавта во время внекорабельной деятельности (ВКД) сопровождается существенной физической нагрузкой на его организм. Длительность работы во время ВКД может достигать 6-8 часов. В результате этого может развиваться синдром усталости мышц, который приводит к потере работоспособности космонавтов и требует длительного последующего восстановления.

На сегодняшний день во время ВКД регистрируются показания ЭКГ, ЧСС, температуры тела и параметры газовой среды скафандра. Для снижения риска развития состояния перенапряжения мышц необходимо проводить мониторинг мышечной системы космонавта в реальном времени, который в настоящий момент не применяется. Это позволит избежать потери трудоспособности, боли в мышцах и общего состояния истощения.

Для регистрации мышечного перенапряжения предлагается использовать неинвазивный портативный миограф (НПМ), который не стесняет и не ограничивает движений космонавта, не влияет на его трудоспособность.

Компоненты НПМ, такие как управляющая плата, носитель энергии, чувствительные элементы, прикрепляются непосредственно к кожному покрову космонавта. Электроды и платы устройства изготавливаются на гибкой подложке, на которую наносится проводящая краска/токопроводящая фольга. Блок обработки сигнала располагается на минимальном расстоянии от электродов, что повышает качество получаемой информации. Установка прибора выполняется наклеиванием базового устройства и переноса электрических проводников и чувствительных элементов методом переводных татуировок.

Полученный сигнал передается через беспроводной канал связи на внешний вычислитель, который располагается на скафандре. На внешнем вычислителе производится частотно-временной анализ миографического сигнала с помощью дискретного вейвлет-преобразования, которое позволяет выявить искомые признаки близости мускулатуры космонавта к перенапряжению в реальном времени. Полученные результаты анализа позволяют скорректировать режим работы космонавта во время ВКД.

Методы фиксации портативных датчиков лазерного анализатора микроциркуляции кожи человека

Пашкова Д.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва
dashapashkova1@yandex.ru

Известно неблагоприятное влияние микрогравитации на сердечно-сосудистую систему космонавтов. При этом в условиях космического полёта серьезно изменяется периферическая гемодинамика. Необходимо мониторировать эти изменения, поскольку именно на этом уровне происходят все гуморальные реакции и обменные процессы в организме, насыщение тканей кислородом и удаление из них токсических веществ. На сегодняшний день для этих целей используется портативный лазерный анализатор, позволяющий оценить микроциркуляцию кожи человека. Работа этого анализатора основана на методе лазерной доплеровской флоуметрии.

Метод лазерной доплеровской флоуметрии основан на зондировании ткани лазерным излучением. С помощью выделения из сигнала допплеровского сдвига частоты, который пропорционален скорости эритроцитов, происходит обработка отраженного от ткани излучения. Также в исследованиях обеспечивается флоуметрия.

Результирующим параметром лазерной допплеровской флоуметрии является микроциркуляции крови в единицу времени в зондируемом объеме, то есть изменение потока кровью.

В настоящее время проводится исследование показателей периферической гемодинамики человека во время ортопробы. В этом исследовании используются четыре датчика, которые крепятся на конечности человека. В качестве крепления используется лента-застежка Velcro, которая имеет ряд минусов. Это достаточно жесткое крепление, а в ходе эксперимента происходит динамика кровоснабжения, в результате чего изменяется объем. Поэтому жесткая лента может передавить конечности. Возникает необходимость разработки эластичного крепления.

В данной работе предлагается, используя модель кровенаполнения сосудов конечностей, определить насколько изменяется объем крови во время ортопробы. На основе полученных результатов, предложить эластичное крепление, давление на кожу которого не превышало бы венозное давление.

Система автоматической компенсации утечки при декомпрессии в высотном полёте

Петров М.А.
Научный руководитель — профессор, д.м.н. Дворников М.В.
МАИ, Москва
mishany96@bk.ru

При выполнении полётного задания возможны ситуации, когда на высотах более 8000 метров происходит разгерметизация кабины. Они могут возникать в связи с повреждениями герметичной оболочки в результате повреждения из-за её износа, несовершенства конструкции и воздействия внешних факторов.

Разгерметизация грозит пилоту проявлением декомпрессионных расстройств. Величина негативных воздействий на организм зависит от скорости изменения давления и достигаемого перепада давлений. В теле человека есть газовые полости, такие как лёгкие, гайморовы пазухи, лобные и верхнечелюстные, суммарным объёмом в несколько литров. При взрывной декомпрессии большой перепад давлений приводит к их баротравмам.

При медленном изменении давления проявляется декомпрессионная болезнь, связанная с выделением из крови и тканей пузырьков растворённого в них азота. Если газовая среда

воздух, то выделения азота произойдут при давлении менее 46,6 кПа, что соответствует высоте подъёма над уровнем моря более 6 км. В этом случае появляются суставные боли, но главную опасность представляет собой возможное закупоривание сосудов головного мозга, что может привести к блокировке кровотока отдельных его частей, отвечающих за речь, различные части тела и т.д.

Не допустить декомпрессионной болезни можно только путём медленного изменения давления, которое бы позволило азоту, растворённому в жидких средах организма уходить, не образовывая пузырьков.

Для осуществления медленного изменения давления при разгерметизации предлагается создание системы автоматической компенсации, которая бы срабатывала при падении давления в кабине. Система должна быть реализована в виде аварийного канала с клапаном подачи атмосферного воздуха из компрессора двигателя.

Предварительные расчёты показали, что при имеющемся резерве расхода газа, подаваемого из компрессора, на высоте 10000 метров удастся компенсировать утечки с суммарной эквивалентной площадью поперечного сечения неплотностей оболочки кабины более 4 см^2.

Разработка тензометрической платформы для исследований механической эффективности мышц-разгибателей нижних конечностей у человека во время вертикальных прыжковых упражнений

Пономарев И.И.
МАИ, Москва
ponom.96@mail.ru

Двигательная система наземных животных и человека в фило- и онтогенезе развивается в условиях гравитации и организована применительно к действию гравитационных сил. Эта организация исключительно сложна и включает большое число конкретных структурно-функциональных механизмов, обеспечивающих надежность, устойчивость и точность работы двигательного аппарата в гравитационном поле Земли. Устранение гравитации сопровождается снижением объема и силы сокращения мышц, костной массы, потерей аэробной, анаэробной работоспособности, эластичности мышечного волокна, а также развитие ортостатической неустойчивости. Обнаружено также изменение жесткости мышечно-сухожильного комплекса. Регистрируемые изменения оказывают негативное влияние на работоспособность при возвращении в гравитационные условия Земли.

Эластичные свойства мышц были известны и изучались в течение многих лет. Первоначальная концепция, а именно то, что энергия, высвобождаемая при сжатии, немедленно сохранялась как упругая энергия в серии упругих компонентов для последующего использования при выполнении работы, была заброшена, не в последнюю очередь после открытия «эффекта Фенна». Один из способов исследования этой возможной функции эластического компонента в мышцах заключается в сравнении высвобождения внешней механической энергии без предварительного растяжения вовлеченных мышц и с ним. Это было сделано Marey, Demeny (1885), которые сравнили высоту вертикальных прыжков, выполненных без и с предварительным противодействием, и обнаружили, что высота в последнем случае выше.

Мышцы превращают химическую энергию в механическую работу во время тренировки. Скорость использования энергии обычно определяется путем измерения потребления кислорода и производства молочной кислоты. Тем не менее, скорость, с которой мышцы выполняют механическую работу, редко измеряют.

Тензометрическая платформа включает в себя два тензометрических датчика, установленных внутри платформы, выходное напряжение которых складывается с помощью неинвертирующего сумматора, реализованного на операционных усилителях. Особенность схемы данного усилителя состоит в том, что каждый сигнал перед сложением умножается на коэффициент, равный отношению сопротивлений схемы.

Разрабатываемая тензометрическая платформа позволит исследовать сократительные функции, феноменологию и механизмы тренировки мышечного аппарата у представителей разных видов спорта и у космонавтов, т.е. дает возможность выделить фазы прыжкового теста, поскольку вертикальный прыжок представляет собой баллистическое движение и требует проявления максимальной «взрывной» силы. Последняя во многом определяет успех во многих, если не в большинстве, спортивных упражнениях.

Разработка экспериментального стенда для тренировки навыков вождения в условиях низкой гравитации

Примаченко Г.К.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хаустов А.И.
МАИ, Москва
vampdanz@mail.ru

Развитие программ освоения Луны и Марса предполагает создание обитаемых жилых модулей на их поверхности и длительного нахождения человека в условиях микрогравитации с адаптацией к новым гравитационным условиям, отличным от земных. Для передвижения по поверхности этих объектов космонавтам понадобятся навыки управления подвижным объектом – ровером. Однако, управление ровером в таких условиях из-за изменения функционирования физиологических систем организма будет затруднено.

Изменение моторных функций конечностей человека и уменьшение инерционности транспортного средства влияет на точность и скорость управления движущимся объектом. Результаты последних исследований показали сохранение профессиональных навыков космонавтов, полученных во время предполётных тренировок в длительном космическом полёте. В связи с этим, во избежание технических отказов и возникновения опасных для жизни космонавтов условий, необходима выработка профессиональных навыков вождения для условий низкой гравитации.

Целью работы является разработка экспериментального стенда для тренировки навыков вождения в условиях низкой гравитации, моделирующего внешние гравитационные условия на управляемый подвижный объект. В результате выполнения работы сформирована методика проведения эксперимента, состав и принцип работы экспериментального стенда. По результатам эксперимента предполагается получить статистические данные о скорости и точности, надёжности и сложности управления транспортным средством в различных гравитационных условиях. В дальнейшем предполагается проводить моделирование воздействия сенсомоторных изменений, возникающих при адаптации человека к различным гравитационным условиям и влияющих на способность экипажа управлять транспортными средствами и другими сложными системами с целью сохранения необходимых параметров скорости, точности и надежности управления.

Новые приоритеты работы по экологической безопасности авиапредприятий и авиационных комплексов

Рассадина Д.О.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Галкина Е.Е.
МАИ, Москва
rassadina.darya@bk.ru

Сегодня одним из важнейших требований общества является обеспечение экологической безопасности — защиты природных экологических систем от негативного воздействия промышленной и хозяйственной деятельности, возникающих техногенных катастроф. Возрастающее загрязнение окружающей среды негативно воздействует на экономику государств. В России ущерб от загрязнения окружающей среды составляет около 10% ВВП. Авиация входит в число технологически сложных отраслей деятельности человека.

Авиационный транспорт, работы по его созданию и эксплуатации являются значимыми источниками загрязнения атмосферного воздуха, воды и почвы. Число людей, использующих авиационный транспорт сегодня, приближается к четырем миллиардам, а, следовательно, каждый второй человек на Земле раз в год совершает перелеты. Согласно прогнозам, в ближайшие 15 лет, поток пассажиров значительно возрастет, так как расширяется международное сотрудничество и поток туристов. Следовательно, необходимо направить усилия на обеспечение экологической безопасности на всех этапах жизненного цикла авиационной техники.

Авиационные комплексы и предприятия по производству авиационной техники отводят особое внимание контролю норм выбросов, модернизации двигателей, разработке альтернативного топлива, все это позволяет сократить выбросы вредных веществ. Но для более эффективного результата необходимо заниматься проблемами комплексно. С этой целью можно рекомендовать внедрение систем экологического менеджмента на предприятиях авиакомплекса, разработанных на основе требований международного стандарта ISO 14001:2015 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению».

Главной целью стандарта является разработка рекомендаций по созданию эффективной системы управления охраной окружающей среды, направленной на обеспечение экологической безопасности. Система функционирует на основе экологической политики и программы работ, направленной на предотвращение загрязнения окружающей среды и соблюдение природоохранного законодательства. Разработка системы позволит комплексно оценить все факторы загрязнения воздуха, воды и почвы, проанализировать экологические риски и определить главные проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды, определить направления улучшения и разработать мероприятия, уменьшающие загрязнение. Следует отметить, что разработкой СЭМ занимаются немногие компании авиационного сектора, однако внедрение СЭМ позволяет повысить конкурентоспособность компании, открывает новые возможности для получения инвестиций, расширенного международного сотрудничества, и более эффективного решения вопросов по экологической безопасности. Предупреждая и предотвращая экологические проблемы, компания также экономит финансовые и материальные ресурсы, что, в свою очередь, важно не только для предприятия, но и для государства в целом.

Список литературы:

1. Е. Е. Галкина, А. Е. Сорокин Компетентность и информированность персонала — резерв эффективности работы системы экологического менеджмента/Экономика и предпринимательство, №12. 2019.

2. А. Е. Сорокин, О. А. Афонина, Е. Е. Галкина, И. Е. Кириченко, Н. С. Чудакова Обоснование необходимости внедрения систем экологического менеджмента в практику работы российских авиационных предприятий / Инновации и инвестиции, № 12, 2018 г., С. 105-109.

3. Метечко Л.Б., Тихонов А.И., Сорокин А.Е., Новиков С.В. Влияние экологических нормативов на развитие авиационного двигателестроения. Труды МАИ. 2016. № 85. С. 9-19.

Наземный модельный эксперимент в рамках разработки нового метода медико-биологического контроля для обитаемой Лунной базы

Сафронова К.П., Ляпунова С.С.
Научный руководитель — Гардуньо Р.А.
МАИ, Москва
safronova110498@gmail.com

В условиях неопределённости пребывания человека на обитаемой лунной базе, которая является одним из основных направлений космонавтики на сегодняшний день, развитие медико-биологического контроля является особенно актуальной темой. В данной отрасли важным является разработка и совершенствование системы поддержки принятия решений (СППР). Одними из сложных в визуальной и поверхностной оценке являются факторы стресса

и психоэмоциональной нагрузки на организм человека. Также эти факторы являются часто встречающимся в условиях пилотируемого космического полёта.

Предлагаемый прототип устройства позволяет контролировать уровень психоэмоционального напряжения на организм человека, путём изменения уровня глюкозы в крови неинвазивным методом. В психофизиологической и космической медицине доказано, что изменение концентрации глюкозы в крови сопровождает эпизоды стресса и психофизиологические риски. Предполагается, что новый метод медико-психологического контроля, основанный на предлагаемой методологии, позволит оптимизировать режим труда и отдыха членов экипажа обитаемой лунной базы и предотвратить риски, которые могут поставить под угрозу будущее лунной экспедиции. Методология, предполагаемая в данном проекте, состоит из двух принципиальных частей: медико-психологической и инженерной.

Медико-психологическая часть подразумевает выявление зависимостей между воздействием психоэмоциональной нагрузки на организм человека и концентрацией глюкозы в его крови. Базовые данные планируется получить в ходе эксперимента со студентами МАИ. Психоэмоциональная нагрузка дозирована, обеспечиваемая когнитивными тестами для космонавтов, предоставляемыми ИМБП РАН. Важно отметить, что в связи со сложностями при воспроизведении динамики изменения концентрации глюкозы в капиллярной крови, необходимо создание математической модели процесса.

Инженерная часть включает в себя создание прототипа устройства, измеряющего концентрацию глюкозы в крови неинвазивно, через кожу, методом фотометрии. Прибор предназначен для непрерывного контроля состояния человека и возможности внешнего воздействия со стороны медицинского персонала. Метод фотометрии активно используется в научном сообществе в настоящее время.

Предполагаемый прототип устройства обещает быть востребованным, как в космической отрасли, так и на Земле. Устройство, за счёт специфики работы, отличается простотой и отсутствием вредного или травмирующего воздействия и дискомфорта на организм человека, что делает его удобным для использования больным сахарным диабетом.

В докладе обсуждаются данные наземного эксперимента, проведённого в МАИ. Полученные результаты исследования являются базовыми для составления программы исследования в полёте и наземных модельных экспериментов.

Защита операторов самоходных машин, работающих в тяжелых эксплуатационных условиях

Сенюшкина П.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Калпина Н.Ю.
Московский Политех, Москва
seniushkina2010@yandex.ru

Одним из важнейших показателей качества современных самоходных машин, предназначенных для работы в тяжелых эксплуатационных условиях в тёплое время года, является обеспечение необходимого микроклимата и требуемой чистоты воздуха в кабинах. Поскольку машины используются при различной температуре наружного воздуха, предопределяющей тепловую нагрузку кабины, для нормализации температурно-влажностного режима на рабочем месте оператора требуется воздухоохладитель соответствующей производительности для ассимиляции снабженный к тому же фильтром для очистки воздуха от вредных примесей. В рамках решения проблемы защиты операторов на рабочих местах стационарных объектов применяют различные установки кондиционирования воздуха (УКВ), для чего существуют нормативы по параметрам воздуха, а также разработаны необходимые методы расчёта функциональных параметров УКВ и производится необходимое оборудование для реализации этих нормативов. Однако это не может быть заимствовано для использования на самоходных машинах, поскольку теплонапряженность кабин вследствие малого объема при высокой наружной температуре практически на порядок превышает теплонапряженность помещений, относящихся к категории «горячих цехов».

Деятельность оператора ряда машин отличается ярко выраженным прерывистым характером, поскольку здесь имеет место чередование нахождения его в кабине и вне её в течение рабочей смены, доходящее до 26 раз. Поэтому во избежание теплового шока и простудного заболевания ограничивают перепад между температурами воздуха в кабине и вне её, который не должен превышать 80С.

Запылённость воздуха около кабины машин существенно превосходит расчётное значение этого параметра при выборе устройств его очистки в УКВ стационарных объектов. В нашем случае это обусловливается характером выполнения различных технологических операций. Машина, поднимает облако пыли, которая доходит до верха крыши кабины, а интенсивность его образования зависит от типа грунта, мощности машины, типа её движителя (колёсный или гусеничный), скорости движения.

С учётом изложенного ставится задача по выбору для кабин энергосберегающей технологии охлаждения и очистки воздуха в тёплый период года.

Ввиду высокой теплонапряженности кабин различного объёма, эксплуатации машин в изменяющихся климатических условиях, повышенной запыленности наружного воздуха, прерывистого характера деятельности оператора, отличающегося частым чередованием его нахождения в кабине и вне её в течение рабочей смены, в качестве объекта реализации предложен адиабатный водоиспарительный воздухоохладитель с орошаемой насадкой, в которой одновременно с охлаждением воздуха осуществляется его "мокрая" высокоэффективная очистка от мелкодисперсной пыли. Даны примеры выбора и расчёта функциональных параметров УКВ таких как температурный коэффициент эффективности обработки воздуха в насадке, температура охлаждённого воздуха, степень "мокрой" очистки, его подача и определён рациональный способ раздачи воздуха по кабине для обеспечения в ней равномерности температуры. Приведены результаты натурных испытаний воздухоохладителя, подтвердившие правомерность выбора пути решения задачи.

Список литературы:

1. Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса. 2018. сер. Высшее образование: Бакалавриат

2. Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю. Совершенствование техники и технологии очистки воздуха от вредных примесей при локальной защите оператора мобильных и стационарных объектов // Безопасность жизнедеятельности. 2018. №2. с. 3-10.

3. Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю. Особенности выбора параметров микроклимата в кабинах рабочих машин // Безопасность жизнедеятельности. 2019. № 5 (221). С. 9-15.

4. Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю. // Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Москва, 2017. Сер. Научная мысль

Беспроводная передача энергии для кардиостимуляторов

Скиданова Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Назаров А.В.
МАИ, Москва
katusha.skidanova@yandex.ru

Для современных кардиостимуляторов характерна проблема конечного заряда элемента питания. Его замена требует проведения оперативного вмешательства, сопряженного как с экономическими, так и чисто медицинскими ограничениями. Особенно остро эта проблема проявляется сегодня, когда благодаря улучшению качества медицинских услуг, развитию фармакологии и биотехнологий значительно возросла продолжительность жизни пациента с проблемами, решаемыми только установкой кардиостимулятора. Ещё острее эта проблема ощущается, если речь идет о детях, у которых ещё не сформировалась и окрепла иммунная система, а также пожилых людей, для которых любое оперативное вмешательство сопряжено с повышенными рисками для здоровья в силу возрастных изменений. Стоит отметить, что для пожилых людей характерно снижение упругости гладкой мускулатуры, и соответственно,

стенок кровеносных сосудов, что требует большего внимания и опыта со стороны хирурга во время проведения оперативного вмешательства.

Бесспорно, технический прогресс не стоит на месте, применение схемотехнических решений с низким потреблением энергии позволяет кардиостимуляторам становятся более компактными, что, в свою очередь, делает их имплантацию менее травматичной и способствует наиболее легкому протеканию процесса реабилитации. Однако срок службы кардиостимулятора напрямую зависит от заряда элемента питания, что является жестким ограничением габаритов батареи, и, следовательно, всего устройства в целом. Одним из возможных путей решения данной проблемы является использование технологии беспроводной передачи энергии, все более прочно входящей в нашу жизнь. Отсюда возникает желание проведения исследований возможности применения данной технологии, а также безопасности их применения.

Целью данной работы является исследование термической безопасности технологии беспроводной передачи энергии для кардиостимуляторов. Был проведен анализ существующих методов беспроводной передачи энергии с учетом ограничений, накладываемых биологической средой, определены методы, потенциально возможные для применения в кардиостимуляторах. Проведено исследование влияния рассеянной энергии на нагрев тканей тела при передаче энергии. По результатам исследования построена математическая модель изменения температуры тканей в процессе передачи энергии и определены границы допустимых значений температуры, мощности и времени воздействия.

Космический мусор

Суворова А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блатиков Г.А.
МАИ, Москва
liza.znegireva.00@mail.ru

Множество из технологий, без которых сложно представить современный мир, пришли в нашу жизнь благодаря космонавтике: энергосберегающие системы, пожарные скафандры, калькуляторы, текстильная застежка на одежде, интегральные микросхемы, автомобильная сигнализация, энергетические газовые турбины, изоляционные материалы, водоотталкивающие ткани, подвижные протезы, тефлоновые сковородки — это лишь самые известные из предметов,

Помимо вышеперечисленных благ космонавтика демонстрирует превосходство науки и техники государства, уровень образования и квалификации инженеров. Но почему тогда, получая от космоса, люди не дают ничего взамен, кроме мусора.

С момента вывода первого спутника в космос на орбите осталось огромное количество искусственных объектов: спутники отслужившие свой срок, отработанные ступени ракет, разгонные блоки, обломки взорвавшихся космических аппаратов, образовавшиеся в результате столкновения фрагменты.

Проблема космического мусора в настоящее время критична. Американская сеть космического наблюдения смотрит за 17 000 объектов каждый размером не больше футбольного мяча, которые на скорости от 35 000 км/ч летают вокруг Земли; если считать с объектами в диаметре до 10 сантиметров, обломков будет свыше 500 000.

Обшивка корпуса ракет из металла и кевлара может защитить от столкновения с крошечными объектами, но не спасет ракету от спутника. Около 4000 таких спутников вращается вокруг Земли, большая часть из них уже выработали свои ресурсы. В связи с тем, что отслеживание не идеально, хотя центр управления полётами выбирает наименее опасные маршруты, это не обеспечивает безопасность.

Вернуть спутники с орбиты сложная задача — потребуется много ресурсов, чтобы поймать хотя бы один. Поэтому в дальнейшем стоит всем спутникам обеспечить самостоятельный спуск с орбиты. После того как отработано лишнее топливо, используются ускорители или солнечные паруса, для того чтобы сойти с орбиты и сгореть в атмосфере. Если

такой системы не будет в 90% запускаемых объектов, получится синдром Кесслера: «Гипотетическое развитие событий на околоземной орбите, когда космический мусор, появившийся в результате многочисленных запусков искусственных спутников, приводит к полной непригодности ближнего космоса для практического использования». Если произойдет одно столкновение, то оно повлечет за собой множество других столкновений, которые постепенно приведут к реакции со всем орбитальным мусором, после чего возникнет проблема выхода в ближайший космос, а в худшем случае сделает выход в космос невозможным вовсе. Может, пройдет век, прежде чем последствия станут необратимыми, но зачем ждать этого момента, если можно уже сейчас начать решать возникшую проблему. Если человечество не обратит внимание на эту проблему и, не направит силы на её решение сейчас потом будет уже поздно. Когда будущими поколениями будет осуществлена возможность межпланетных путешествий, откроется новый горизонт для исследований космического пространства, такая незначительная проблема для нас сейчас может обернуться огромным стоп-краном для них.

Устройство для выполнения ортопробы без опоры на стопы

Толбатов Р.И.
Научный руководитель — доцент, к.б.н. Белозерова И.Н.
МАИ, Москва
rustolbatov@gmail.com

Нахождения человека в условиях искусственной гравитации является профилактикой нарушения распределения крови после длительного пребывания испытателя в сухом бассейне. Важное место занимают вопросы получения физиологических данных. Для этого был предложен ортостатический стол.

При проведение ортопробы без опоры на ноги, используется седло, которое создает дополнительное раздражение для центральной нервной системы, так как тазовые кости проваливаются в мягкий материал сидения, и через некоторое время сдавливаются, кровоснабжение замедляется, начинается онемение. Это приводит к получению некорректных данных.

Таким образом, целью работы является разработка модифицированного сидения для ортостатического стола.

Список литературы:

1. Ламарр-Клише М. Пациент в обмороке: значение теста наклона стола в вертикальном положении у взрослых пациентов с ортостатической непереносимостью / Максим Ламарр-Клише, Жан Кассон // CMAJ. — 2001. — № 164. — С. 372-376.

2. Проблема воспроизводимости параметров активной ортостатической пробы // Материалы второй научно-практической конференции «Клинические и физиологические основы ортостатических расстройств» (Москва, ГКГ МВД РФ, 22 марта 2000 г.) Сборник трудов. — М.: Типография Россельхозакадемии. — 2000. — С. 149-154.

3. Гарькавий П. А. Типы ортостатических реакций систолического артериального давления у пациентов с артериальной гипертензией / П. А. Гарькавий, А. Ю. Егорова, Н. И. Яблучанский // Вестник ХНУ имени В. Н. Каразина. — 2007. — № 774. — С. 89-93.

Выбор материала устройства для сбора суточной мочи у членов МКС

Фетисова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.б.н. Белозерова И.Н.
МАИ, Москва
fetisova.anna98@mail.ru

Влияние невесомости на организм человека составляет одно из важнейших направлений космических исследований. В результате длительного пребывания человека в условиях невесомости выявлены различные изменения физиологических систем человека. Одним из

основных является нарушение водно-солевого обмена, которое сопровождается: увеличением выведения ионов кальция из организма (превышение на 15-20 %), повышенной экскрецией фосфатов, азотистых продуктов и калия почками [1, 2, 3]. Это может приводить к увеличению риска образования мочекаменной болезни.

Особое внимание для выявления на ранних этапах пилотируемого космического полёта изменений водно-солевого обмена уделяется биохимическому анализу биологических жидкостей (мочи). Сбор мочи в невесомости проводится с помощью мочеприемника, основной частью которого является мешок из полимерного материала с градуировкой. На качество пробы влияет состав полимерного материала устройства.

Таким образом, целью работы является подбор полимерного материала устройства сбора и хранения мочи в условиях длительных космических полётов.

Список литературы:

1. Белозерова И.Н., Кудрявцева Н.С. Анализ параметров ультразвукового излучения для регенерации костной ткани космонавтов в длительных космических полётах // Труды МАИ, 2017. № 92. 25 с.

2. Белозерова И.Н., Кудрявцева Н.С. Долговременные космические полёты – использование ультразвука для регенерации поврежденных костных тканей космонавтов // В книге «Авиация и космонавтика – 2017». Тезисы. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). 2017. С. 255-257.

3. Белозерова И.Н., Кудрявцева Н.С. Моделирование взаимодействия ультразвука с костной тканью в задаче ускорения заживления травм космонавтов в долговременных космических полётах // В книге «Авиация и космонавтика – 2018». Тезисы 17-ой Международной конференции. 2018. С. 285-287.

Создание системы переработки отходов космической оранжереи

Черемушкин Г.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Белявский А.Е.
МАИ, Москва
egor.cheremushkin@mail.ru

С началом космической эпохи человечество ставило перед собой все новые и новые задачи, для решения которых приходилось искать ответы на возникающие вопросы. Но там, где решался один вопрос, появлялся другой. Сначала это были вопросы обеспечения полёта большей длительности, затем создания модуля для пребывания на орбите нашей планеты, потом систем регенерации гермообъема и т.д. И вот перед человеком стала новая задача полёта к другим планетам.

Для её осуществления потребуется решить ряд новых задач, связанных с эргономикой, логистикой и защитой экипажа. Не последним по значимости остается вопрос обеспечения питания космонавтов. Так как пополнить запас пищи путем отправки грузового модуля в условиях высокой автономности полёта к другой планете становится невозможно, требуется создание стабильной системы регенерации пищи на борту.

Для этого на борту космического корабля могут быть размещены космические оранжереи. Возможность роста растений в условиях космического полёта была доказана в многочисленных наземных и орбитальных экспериментах, таких как экспонирование сухих и увлажненных прорастающих семян на искусственных спутниках Земли и первых орбитальных станциях как советскими, так и зарубежными учеными в специальных простейших приборах [1, 2, 3,]. Однако для того чтобы космические оранжереи смогли эффективно выполнять задачу обеспечения пищи для экипажа, требуется создание некоторых подсистем, таких как система переработки отходов. Это вызвано тем, что не вся выращенная биомасса растений идет в употребление как питательный продукт, возникает потребность утилизации непригодных к приему в пищу элементов таких как листья, стебли и т.д. Для решения этой задачи можно применить специальные перерабатывающие установки, позволяющие создать из непригодных в пищу элементов питательный раствор, который будет

использован для питания новых растений. Эта система решит ещё одну задачу обеспечения достаточного запаса минеральных веществ для выращивания растений на всех этапах полёта.

Список литературы:

1. Парфенов Г.П. Невесомость и элементарные биологические процессы. // Проблемы космической биологии. – 1988. Л., — Т. 57. — С. 145-154.

2. Платонова Р.Н., Ольховенко В.П., Парфенов Г.П., Лукин А.А., Чучкин В.Г. Влияние факторов космического полёта и повышенной температуры на семена диплоидной и тетраплоидной гречихи. // Изв. АН СССР, Сер. биол. – 1977. — №1. – С. 65-71.

3. Kiss J.Z., Brinckmann E., Brillouet C. Development and growth of several strains of Arabidopsis seedlings in microgravity. // Int. J. Plant Sci. – 2000. – Vol. 161. — No. 1. – pp. 55-62.

Разработка электромагнитной муфты торможения велоэргометра на центрифуге короткого радиуса для применения в длительных космических полётах

Шамаева А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.б.н. Белозерова И.Н.
МАИ, Москва
shamaeva9898@mail.ru

Длительное пребывание человека в условиях невесомости сопровождается рядом факторов космического полёта вызывающих структурные и функциональные перестройки физиологических систем организма [1, 2, 3]. Одними из факторов является изменение гемодинамики с развитием детренированности сердечно сосудистой системы (ССС) обусловленного венозным застоем во внутренних органах, уменьшением объема циркулирующей крови. Для профилактики детренированности ССС успешно применяется физическая нагрузка с использованием велоэргометра.

В настоящее время стоит вопрос о длительных пилотируемых полётах на Луну и Марс. Учеными проводятся работы по использованию метода профилактики центрифуги короткого радиуса (ЦКР). Однако, одного воздействия ЦКР недостаточно. Поэтому предлагается установить на ЦКР тренажер велоэргометр. Для безопасности использования тренажера необходимо разработать механизм торможения.

Таким образом, целью работы является разработка электромагнитной муфты торможения велоэргометра на центрифуге короткого радиуса.

Список литературы:

1. Белозерова И.Н., Кудрявцева Н.С. Анализ параметров ультразвукового излучения для регенерации костной ткани космонавтов в длительных космических полётах // Труды МАИ, 2017. № 92. 25 с.

2. Белозерова И.Н., Кудрявцева Н.С. Долговременные космические полёты – использование ультразвука для регенерации поврежденных костных тканей космонавтов // В книге «Авиация и космонавтика – 2017». Тезисы. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). 2017. С. 255-257.

3. Belozerova I.N., Kudryavtseva N.S. Assessment of Reliability and Total Equivalent Mass Metrics of Life Support Systems for Space Flights Deep Space // // В книге: 18-ая Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2019». Тезисы. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). 2019. С. 436-437

Модернизация технологии обеззараживания воздуха «ПОТОК»

Шаренков А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Белявский А.Е.
МАИ, Москва
sharenkov96@gmail.com

«ПОТОК» — это единственная технология обеззараживания воздуха, которая применяется в космосе в настоящее время.

В космической медицине существует ряд опасностей, которые необходимо решить:

• Ухудшение санитарно-микробиологического состояния газовой среды при длительном нахождении людей в герметично-замкнутых космических комплексах с искусственной средой обитания

• Высокий риск попадания бактерий и грибов с грузами, доставляемыми на борт орбитальных станций

Любое отклонение от медико-санитарных норм, которые указаны в документе SSP 50260, (ISS MORD), может привести к опасным, необратимым и не совместимым с дальнейшим продолжением полёта чрезвычайным ситуациям. Именно поэтому данная тема актуальна.

Согласно патенту, RU 2026751, технология обеззараживания воздуха «ПОТОК» содержит двухсекционное устройство с разноименными коронами, коронирующие и некоронирующие электроды которого снабжены токопроводящими фильтрующими элементами.

Как вы знаете, озон выделяется во время коронного разряда, и он, в свою очередь, наносит огромный вред людям при превышении ПДК. Озон является сильным окислителем; высокая концентрация озона в воздухе опасна для жизни, поэтому его ПДК очень малы. По параметрам токсичности озон относится к 1 классу опасности.

Даже самые небольшие концентрации токсичного озона могут быть опасны для здоровья. Первые признаки воздействия повышенных концентраций этого газа проявляются в виде раздражения глаз, сухости во рту, кашля, затруднения дыхания, хрипов, одышки, болях в грудной клетке и других признаков.

Согласно ГОСТ Р 50804-95 предельно допустимые концентрации озона за 360 суток составляют 0.03 мг/м., поэтому даже малейшая концентрация озона в космосе недопустима.

В данной работе предлагается использовать катализатор для разложения озона, а именно, патент РФ 2491991. Рассматриваемый фильтр можно отнести к области каталитической очистки воздуха от кислородсодержащих примесей, таких как озон. Изобретение может быть использовано в устройствах систем кондиционирования воздуха, в том числе, для удаления именно озона из воздуха.

Указанный результат достигается тем, что катализатор для разложения озона на основе диоксида марганца, согласно патенту РФ 241991 выполнен из открытоячеистого ретикулированного полиуретана в форме пластин и дополнительно содержит перовскит — манганат лантана, допированный серебром и другими компанентами такие как: диоксид марганца, манганат лантана, серебро (чернь), полиуретан открытоячеистый ретикулированный — остальное.)

Такая модернизация технологии обеззараживания воздуха «ПОТОК» поможет снизить концентрацию озона в воздухе пилотируемого космического аппарата, а значит избежать опасных и не совместимых с дальнейшим продолжением полёта чрезвычайных ситуаций.

Повышение качества воздуха в кондиционированных производственных помещениях

Шинкарева Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Калпина Н.Ю.
Московский Политех, Москва
kkkkk121296@mail.ru

Системы центрального кондиционирования воздуха (СКВ) среды обитания различных помещений принято проектировать в расчёте на обеспечение его качества на уровне комфорта по ГОСТ 12.1.005-88 во всём их объёме. Это приемлемо для больших помещений, таких как концертные залы, спортивные комплексы и т.п., где человек, по существу, не работает, а отдыхает. Однако в многолюдных производственных помещениях (компьютерные залы, конструкторские бюро и др.) традиционный подход к решению указанного вопроса подвергается критике, поскольку он не учитывает в полной мере как индивидуальные особенности каждого человека, так и наличие в воздухе при объёмном кондиционировании вредных химических выделений рабочего оборудования, элементов конструкции помещения и биологических эманаций людей. В связи с этим для рабочих помещений, оборудованных центральными СКВ, П. О. Фангер (Международный центр качества среды обитания и энергосбережения при Датском техническом университете) предложил концепцию повышения качества воздуха среды обитания, базирующуюся на следующем: воздух помещения должен быть дополнительно очищен от вредных внутренних выделений и охлаждён с его осушением, а подача такого чистого прохладного "сухого" воздуха должна осуществляться непосредственно в зону дыхания каждого человека.

Вместе с тем П. О. Фангер в части "прохладности" и "сухости" воздуха (т.е. его температурно-влажностных параметров) ограничился лишь общей рекомендацией — он должен иметь умеренно низкую относительную влажность при температуре вблизи нижней границы диапазона тепловой нейтральности тела человека в целом.

В связи с этим ставится задача по оценке соответствия наиболее передовых отечественных СКВ указанной концепции, а также разработке технического предложения для её практической реализации.

Рассмотрен вопрос возможности выполнения требований концепции повышения качества среды обитания в производственных помещениях путём локальной подачи в зону дыхания человека дополнительно охлаждённого, осушенного и очищенного от вредных веществ воздуха. Показана целесообразность применения здесь комбинированной обработки воздуха с помощью аппарата, содержащего орошаемую водой насадку регулярной структуры, выполняющую роль очистителя воздуха и водо-воздушного теплообменника, в который подаётся вода, охлаждённая в примыкающем к "холодной" стороне термоэлектрической полупроводниковой батареи металлическом бачке, в то время как другая "горячая" сторона которой снабжена радиатором, обдуваемым выходящим из насадки воздухом. При такой схеме обработки воздух из помещения

сначала охлаждается до температуры ниже его точки росы, что

обусловливает осушение с переохлаждением последнего, а затем

направляется в радиатор "горячей" стороны батареи, где подогревается до требуемой температуры с обеспечением необходимой относительной влажности.

Список литературы:

1. Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю. // Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Москва, 2017. Сер. Научная мысль

2. Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю. Энергосберегающая система круглогодового кондиционирования воздуха в производственном помещении // Безопасность жизнедеятельности. 2016 №12(192). С. 14-19

3. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса //Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю. // 2018. сер. Высшее образование: Бакалавриат

Секция №5.6 Эксплуатация и безопасность аэрокосмических систем и комплексов

Оценка воздействия несимметричного диметилгидразина на примере почв Центрального Казахстана и метод восстановления нанесенного экологического ущерба

Буденный А.С., Перепелкин С.Е., Краснова К.Э.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Метечко Л.Б.
МАИ, Москва
Budennyy.a.s@gmail.com

Данное исследование призвано актуализировать информацию о последствиях воздействия при штатных запусках ракетоносителей. Изучение техногенных воздействий ракетно-космической деятельности на природную среду является узкоспециализированной и слабоизученной отраслью экологии. Исследование построено на примере воздействия ракетно-космической деятельности на окружающую среду при запуске с космодрома "Байконур" ракеты-носителя "Протон". Ракета-носитель использует топливную пару: несимметричный диметилгидразин (горючее) и тетраоксид азота (окислитель). Несимметричный диметилгидразин принадлежит к категории мгновенно-опасных для жизни и здоровья веществ (immediately dangerous to life or health (IDLH)) согласно данным Центра по контролю и профилактике заболеваний США, способен оказывать сильнейшее токсичное и мутагенное воздействия на живые организмы и окружающую среду.

Под эгидой программы “Экос” в 1991 году командой географического факультета МГУ совместно с ИБФ на территории Центрального Казахстана (Джезказганская область) были начаты изыскания окружающей среды в районах падения запускаемых с космодрома Байконур ракет. Главной задачей было определить реальную картину уровня загрязнения ОС и выявить дозу загрязнителя в природных условиях. Изучение проходило на 4-х полигонах, включающих в себя 88 районов падений на протяжении 2-х лет. В ходе исследования в рельефах полупустынь исследуемой области образуются различные аномалии, сформированные в результате окисления ракетного топлива.

Химический анализ проб воды показал наличие НДМГ (ТМТ, ДМНА, формальдегид) в грунтовых водах. В летний сезон в связи с незначительным ливнестоком, НДМГ окисляется или фиксируется в геохимических барьерах поверхностных горизонтов почв, что позволяет делать вывод о том, что, ввиду специфики региона, большое количество временных сезонных водотоков способствует распространению продуктов окисления НДМГ через грунтовые воды на большие расстояния в большей степени, нежели статичному воздействию непосредственно в местах выпадения токсичных веществ.

Принимая во внимание данные, полученные в ходе предыдущих этапов данного исследования, а также смежных изысканий на близкие тематики, сделан вывод о возможности применения метода рекультивации почв с целью сохранения их плодородия. Агрофизический институт предложил метод фитодетоксикации почв, загрязненных НДМГ. Суть данного метода заключается в применении органоминерального грунта, который перекрывает загрязненную почву. В органоминеральном грунте при дозе загрязнения, равной 5 грамм на кубический дециметр почвы, в конце опыта наблюдалось значительное содержание НДМГ и ФА в изначально загрязненной почве. Это свидетельствует о весьма слабой восходящей миграции НДМГ, что наглядно показывает высокую эффективность данного метода для снижения ущерба нанесенного окружающей среде.

Список литературы:

1. "1,1-Dimethylhydrazine". Immediately Dangerous to Life and Health Concentrations (IDLH). National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).

2. Касимов Н.С., «Поведение компонентов ракетного топлива в почвах, водах и растениях» Журнал «Почвоведение» №9, 1994 г. 110-120 с.

3. Бойцова Л. В., «Миграция несимметричного диметилгидразина в почвогрунтах», автореферат / к.б.н. город Санкт-Петербург, 1998 г., — 28 с.
4. Ермаков Е.И., «Способ реставрации загрязненных почв». № 94- 024077, 1995.

Проблемы массированного воздействия на окружающую среду и природоподобные методы их снижения

Гусилетов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Метечко Л.Б.
МАИ, Москва
gusiletoff@mail.ru

Аэропорт — это многофункциональное транспортное предприятие, которое является наземной частью авиационной транспортной системы, которая обеспечивает взлет и посадку воздушных судов, их наземное обслуживание, прием и отправку пассажиров, багажа, почты и грузов. Аэропорт обеспечивает необходимые условия для функционирования авиакомпаний, государственных органов регулирования авиационной и таможенной деятельности. Таким образом аэропорт является сложной геотехнической системой в составе которой находится множество разнообразных предприятий, потребляющих различные виды ресурсов и выделяющие в окружающую среду самые разнообразные антропогенные загрязнения.

Автор исследовал существующие инженерные технологии, позволяющие снизить основные загрязнения, выделяемые типовым аэропортом и противопоставил им альтернативные природоподобные технологии, способные заменить сложные инженерные системы на мероприятия обеспечивающие с помощью природных компонентов снижение негативных воздействий.

Особое внимание автор уделил шумовому загрязнению и загрязнению почвенного слоя компонентами авиационного топлива и составами антиобледенения.

Автором исследован подобный зарубежный опыт и проведен сравнительный анализ эффективности мероприятий по изменению ландшафта у взлётно-посадочных полос заменяющий шумозащитные ограждения. На основе консультаций с сотрудниками факультета почвоведения отобраны наиболее эффективные растения для шумозащитных лесопосадок и злаковые растения для фиторемедиации почв.

По итогам проведенного исследования сформулированы выводы и рекомендации, которые могут значительно повысить качество жизни жителям населенных пунктов, находящихся близ аэропорта. Применение альтернативных природоподобных технологий защиты взамен или совместно с инженерными средствами защиты позволяют получить высокую эффективность результатов с минимальными разовыми затратами.

По мнению автора, поиск возможностей замены технических средств очистки природными процессами — наиболее перспективный инновационный путь развития экологической науки. Основной целью любых экоинноваций должно быть стремление способствовать активизации возможностей природных систем к самоочищению.

У человечества нет альтернативы – либо развиваться в коадаптации с природой за счет активизации возможностей природных систем к самоочищению.

Список литературы:

1. Л. Б. Метечко, А. Е. Сорокин, А. И. Тихонов, С. В. Новиков Эпоха трех «Э» и возможные тенденции развития//Московский экономический журнал. №4 — 2017. — С. 15 http://qje.su/rekreacia-i-turizm/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-4-2017-93/
2. Метечко Л. Б., Сорокин А. Е., Новиков С. В. Введение в экологию аэрокосмической отрасли: Учебник. — Калуга: Эйдас. — 2016. — 320 с.
3. Метечко Л.Б., Тихонов А.И., Сорокин А Е., Новиков С.В. Влияние экологических нормативов на развитие авиационного двигателестроения // Труды МАИ. — 2016. — № 85.—С. 9–19.
4. Метечко Л. Б., Сорокин А. Е. Кластерная стратегия экоинновационного развития машиностроительной отрасли // Научно-технический журнал СТИН — № 10. — М, / 2017—С. 27-31

5. Larionov, A., Metechko, L., Davydov, A., Davydov, D. Prospects for the development of green and energy efficient technologies in construction // MATEC Web of Conferences — EDP Sciences —August 20, 2018

6. Metechko, L.B., Sorokin, A.E. Cluster Strategy for Eco-Innovation at Manufacturing Enterprises// Articlein Russian Engineering Research 38(4):316-319 • April 2018

7. Pomogaeva, V., Metechko, L., Prokofiev, D., Narezhnaya, T. Investigation of the motion processes of wastewater in sewerage of high-rise buildings // E3S Web of Conferences — EDP Sciences —April, 2018

Анализ особенностей районов падения отделяющихся частей ракет-носителей, предназначенных для пусков с космодрома «Восточный» на наклонение 51,6 градуса

Двуреченский Г.А., Лебедев А.А., Дарибабина А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Амосов А.Г.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
dvurechenskiy.g@yandex.ru

В России продолжается строительство космодрома «Восточный», что является показателем прогресса космической отрасли в стране. Для его дальнейшего развития требуется повысить интенсивность пусков для увеличения количества спутников различного целевого назначения: нужд народного хозяйства, программ международного сотрудничества, в том числе запусков пилотируемых космических кораблей, и т.д.

Для решения данных задач требуется открытие новой трассы и районов падения отделяющихся частей ракет-носителей на наклонение 51,6°.

На сегодняшний день сухопутные районы падения располагаются в труднодоступной таежной или горно-таежной местности, что увеличивает стоимость проводимых работ по обеспечению безопасности, в том числе экологической, а также работ по эвакуации упавших отделяющихся частей ракет-носителей из районов падения.

В морских районах падения сдерживающим фактором является наличие интенсивного судоходства, особо охраняемых морских природных территорий, шельфовых месторождений полезных ископаемых и зон отчуждения целевого назначения, что в совокупности накладывает значительные ограничения на расположение таких районов падения.

Выбор оптимального размещения морских районов падения ракет-носителей проводится с учетом анализа множества параметров и ограничений: стоимости пусковых работ; баллистических характеристик ракеты-носителя и её отделяющихся частей; уровня экологического воздействия на окружающую природную среду; времени года; метеорологических условий и т.д.

Результатом работы являются практические рекомендации по минимизации рассматриваемых параметров, а также возможные варианты мест расположения районов падений ракет-носителей.

Список литературы:

1. Космодром «Восточный». URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Восточный_(космодром) (дата обращения: 21.02.2020)

2. Морская рекогносцировка. URL: https://www.roscosmos.ru/26555/ (дата обращения: 21.02.2020)

3. Журнал «Русский космос» С. 52-57. URL: https://www.roscosmos.ru/25767/#Одиннадцать (дата обращения: 21.02.2020)

4. Экологическая безопасность ракетно-космической техники. Общие технические требования. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-52985-2008 (дата обращения: 21.02.2020)

5. Системы и комплексы космические. Термины и определения. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200083920 (дата обращения: 21.02.2020)

Определение степени коррозии металлоконструкции воздушных судов методом цифровой спекл-фотографии

Дерека И.А.
Научный руководитель — к.т.н. Павлов П.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
Dereka0401@mail.ru

В настоящее время в связи с наступлением предельных сроков эксплуатации для самолётов авиапарка государственной авиации Российской Федерации возникает задача принятия определенных мер по поддержанию выносливости конструкции и определения очагов коррозии на ранних их стадиях. Необходимо, чтобы решение этой задачи включало в себя не только своевременное определение очагов развития коррозии, но и прогнозирование их образования и развития. С этой целью предлагается использовать в качестве инструмента определения очагов образования коррозии элементов конструкции воздушного судна метод спекл-структур оптического излучения, принцип действия которого основан на анализ параметров регистрируемых цифровых спекл-фотографий, образованных при отражении когерентного оптического излучения от шероховатой поверхности контролируемого объекта.

Оценка степени коррозии осуществляется по изменению параметров шероховатости подготовленных площадок поверхности металлоконструкции в результате анализа параметров регистрируемых спекл-фотографий.

В качестве объектов контроля при проведении натурных испытаний предлагаемого метода используются заранее подготовленные образцы из алюминиевого сплава Д16 в виде деталей, которые изготавливаются методом холодной штамповки с заранее известными параметрами шероховатости поверхности и прошедших через испытание на воздействие агрессивной среды (соляной кислоты).

В ходе экспериментальных исследований установлено, что при появлении коррозии на поверхности детали происходит изменение параметров шероховатости и как следствие параметров регистрируемых спекл-фотографий, таким образом, установив динамику изменения параметров, регистрируемых спекл-фотографий возможно прогнозировать степень образования коррозии металлоконструкций и к как следствие остаточный её ресурс.

Разработанный подход можно использовать при разработке бортовых систем оценки остаточного ресурса металлоконструкции планера воздушных судов.

Разработка унифицированного корпуса, обеспечивающего оптимальный монтаж и расположение аппаратуры гидроприводов на стартовых комплексах

Дроголова Е.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва
lenadrogolova@mai.ru

Надежность и долговечность работы гидравлических приводов в значительной степени определяются надежностью и долговечностью применяемой гидроаппаратуры и трубопроводов.

Для удобства применения в гидравлических системах используется аппаратура с различными видами монтажа: трубным, стыковым, модульным, фланцевым и вставным. Для рационального конструктивного исполнения привода необходимо учитывать преимущества и недостатки разновидностей аппаратов, обуславливающих выбор наиболее выгодных вариантов для конкретных условий их применения.

Объектом исследования являлась гидроаппаратура, применяемая в гидроприводах СК. Предметом исследования являлась технология монтажа гидроаппаратуры.

Целью исследования являлось обоснование требований к форме монтажного корпуса, с системой каналов, обеспечивающих оптимальное расположение группы гидроаппаратов.

Актуальность темы заключается в оценивании возможностей применения серийно изготавливаемых корпусов для размещения в них блоков клапанов, используемых в гидроприводах на стартовых комплексах.

Основными задачами исследования являлись:

• Анализ различных гидравлических схем;

• Выбор способа монтажа гидроаппаратуры;

• Обоснование требований к проектированию универсального монтажного корпуса, с учетом исполнения стандартных рабочих отверстий.

В работе были разработаны подходы к обоснованию требований к проектным параметрам унифицированных корпусов для гидроаппаратуры на стартовых комплексах.

Практическая значимость результатов работы состоит в том, что с помощью разработанного подхода можно оптимизировать расположение гидрооборудования по критерию компактности и минимизации за счёт сокращения количества соединений, что повысит показатели надежности работы гидропривода.

Исследование специализированных стартовых комплексов для ракет-носителей сверхтяжелого класса

Карапетян Г.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаповалов Р.В.
МАИ, Москва
shiekaren@yandex.ru

При выборе облика стартового комплекса ракеты космического назначения сверхтяжелого класса рассмотрены следующие основные принципиальные решения по размещению сооружений и коммуникаций стартового комплекса:

В связи с относительно небольшим количеством пусков ракеты сверхтяжелого класса, старт создается с 1 пусковой установкой, вследствие чего требования к сохранности внутреннего объема стартового сооружения и технологического оборудования, размещаемого на его поверхности, а также сохранности остального технологического оборудования, размещаемого в других сооружениях и на открытых площадках стартового комплекса при взрыве ракеты не предъявляются.

В качестве основного варианта спец. пути, обеспечивающего доставку ракеты с транспортным кораблем на старт как в горизонтальном положении на транспортно-установочном агрегате, так и в вертикальном положении на транспортной пусковой платформе, принят специальный двухколейный железнодорожный путь.

Размещение сооружений стартового комплекса было выполнено с учетом развития железных дорог, в соответствии с требованиями технологической взаимосвязи стартового оборудования и соблюдением компактности нового строительства с максимально возможным приближением сооружений к пусковой установке, что обеспечит минимальную протяженность технологических эстакад, проходных каналов, инженерных коммуникаций и приведет к значительным сокращениям потерь компонентов топлива при заправке, длин кабелей систем энергоснабжения и управления.

Расстояние между хранилищами водорода и кислорода, размещаемыми на открытых площадках обеспечивает сохранность технологического оборудования при аварийном взрыве на водородном комплексе. При данном расстоянии открытое оборудование водородного комплекса будет защищено от возможного пожара или взрыва на кислородном комплексе.

Технологический блок нафтила также удален от криогенных комплексов на безопасное расстояние по тем же причинам.

На территории стартового комплекса предусмотрена сеть железнодорожных путей, обеспечивающих подачу специальных грузов (преимущественно компонентов ракетного топлива) на сливные перроны криогенного центра, нафтила и сжатых газов.

Передвижение мобильной башни обслуживания с места эвакуации на пусковой установке осуществляется по специальному двухколейному железнодорожному пути.

Автодороги стартового комплекса предназначены для обеспечения транспортной связи между сооружениями.

Вокруг всех основных сооружений предусмотрены круговые проезды (площадки) с дорожным покрытием капитального типа для осуществления различных технологических операций, стоянки техники (при необходимости), обеспечения беспрепятственного проезда пожарных машин.

Выбранный облик является унифицированным в части обеспечения пусков различных РКН сверхтяжелых классов в зависимости от грузоподъемности, а также в части обеспечения горизонтального и вертикального вариантов доставки изделия на стартовое сооружение.

Выбор проектных параметров для стенда, обеспечивающего однородное магнитное поле

Киселева М.А., Киселева О.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Палешкин А.В.
МАИ, Москва
kiselevamarina9999@gmail.com

В рамках научно-исследовательской работы был разработан учебно-практический комплекс [1]. На первом этапе основной целью было обеспечение интерактивного взаимодействия с объектом. Установление связи с изделием по командной линии через сеть WiFi, подача (загрузка) команд и их выполнение исполнительным органом (маховиком). В настоящее время работы были продолжены для создания учебно-демонстрационного макета космического аппарата с поэтапной отработкой служебных систем (системы ориентации и стабилизации).

Для этого в качестве основной задачи было выполнение проектного расчета для разработки стенда, позволяющего обеспечить однородное магнитное поле с заданными характеристиками. Испытательный стенд должен состоять из двух пар катушек Гельмгольца, создающих в центре область однородного магнитного поля, которое составляет ≈15% радиуса катушки. Макет аппарата с габаритными размерами 310×310×240 мм должен быть закреплен внутри поля однородности на струнном подвесе, который обеспечит его свободное вращение.

Рассчитав в первом приближении период колебаний и магнитный момент системы ориентации макета, индукция магнитного поля составила 151 мкТл. Напряженность, с учетом поправки на магнитное поле Земли, равна 120 А/м. Геометрические размеры катушек 2,06 м. Тогда число ампер-витков для каждой катушки 172. [2]

Электротехнические параметры установки, в случае медного обмоточного провода с сечением 0,79 мм^2, примут значения: сопротивление каждой катушки 12,5 Ом, сила тока 2 А, напряжение, необходимое для поддержания нужного числа ампер-витков, 25 В. Масса катушки пропорциональна площади обмотки и равна 3,9 кг.

Данные параметры будут приняты в качестве исходных данных для дальнейшей реализации проекта.

Список литературы:

1. Разработка учебно-практического комплекса по изучению космических систем Майгуров М.В., Лукьянов С.Д. Гагаринские чтения – 2019. Сборник тезисов докладов XLV Международной молодежной научной конференции Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) Москва, Барнаул, Ахтубинск, 16-19 апреля 2019 г.

2. С. А. Бабич, А. С. Костюков, Д. М. Зуев. Разработка имитатора магнитного поля стенда для полунатурного тестирования работы системы ориентации сверхмалых космических аппаратов класса CubeSat.

Анализ применяемых систем ориентации для малых космических аппаратов

Киселева О.А., Киселева М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Палешкин А.В.
МАИ, Москва
olgakiseleva199811@gmail.com

Последние годы большую популярность среди участников космической деятельности набирают различного рода малые космические аппараты (МКА). Этому развитию способствуют следующие существенные преимущества:

• Миниатюризация бортовых систем, появление новых схематических решений, что позволяет существенно снизить массу аппаратов и решать задачи, ранее решавшиеся «большими» аппаратами.

• МКА относительно недороги, простота модификации для решения определенной задачи, создание радиопомех существенно снижено.

• Отработка новых технологий и решение конкретных задач в различных областях науки.

Одним из классов МКА являются наноспутники. На их примере рассмотрим пассивную и активную системы ориентации. Несмотря на малый вес аппаратов, они решают большой ряд задач в том числе: испытание новых способов управления полётом, передача данных дистанционного зондирования земли, систем электропитания и т.д.

Пассивная система применяется, когда не требуется высокая точность ориентации. Основной задачей является обеспечение восстанавливающего и демпфирующих моментов. Точную ориентацию продольной оси спутника вдоль вектора индукции геомагнитного поля невозможно обеспечить из-за неравномерного вращения вектора в инерциальном пространстве и изменения его модуля при движении центра масс спутника по орбите. Для более точной ориентации стремятся уменьшать амплитуду вынужденных колебаний относительно вектора B, так как колебания приводят к возникновению резонансов между собственными частотами спутника и частотами изменения внешнего магнитного момента. Для рассеивания кинетической энергии вращения спутника после отделения от носителя и приведения его в рабочее положение устанавливается источник магнитного поля: постоянный магнит и(или) гистерезисные стержни, создающие демпфирующий момент. Таким образом, на космическом аппарате можно реализовать СО при помощи одного постоянного дипольного магнита и перпендикулярных к его оси гистерезисных стержней. Постоянный магнит создает момент, который ориентирует спутник по главной оси, а нежелательное вращения демпфируется гистерезисными стержнями (реализована на технологических спутниках ТНС). [1]

Активная магнитная система ориентации (АМСО) обеспечивает точность ориентации в диапазоне 1÷10˚ и высокое быстродействие системы, используя исполнительные органы в виде катушек, магнитный момент которых формируется путем протекания электрического тока через катушку. Для АМСО существует несколько алгоритмов ориентации: алгоритм, имитирующий поведение гистерезисного стержня; алгоритм трехосной ориентации, основанный на последовательном одноосном управлении. С помощью АМСО можно достичь трехосной ориентации путем установки соответствующего числа исполнительных органов или разбив орбиту спутника на четыре интервала, в каждом из которых реализуется одноосное управление. [2]

Большим преимуществом АМСО перед ПМСО на наноспутниках является то, что активная СО позволяет управлять величиной и направлением магнитного момента, с экономической точки зрения система дешевле и проще в изготовлении и применении, а также сокращает время выхода спутника на режим требуемой ориентации.

Список литературы:

1. Карпенко С.О. Магнитные системы ориентации и методы определения ориентации наноспутников серии ТНС-0 // Современные проблемы определения ориентации и навигации космических аппаратов. 2008.

2. Овчинников М.Ю. Магнитные системы ориентации малых спутников. М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2016. 122 с.

Программный модуль голографической системы неразрушающего контроля авиационного стекла

Кусков И.Э., Хобта Р.Г.
Научный руководитель — к.т.н. Павлов П.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
vaknuyafye@enayu.com

На сегодняшний момент, разработке новых и развитие существующих оптических методов неразрушающего контроля во всем мировом научном сообществе уделяется пристальное внимание. Наличие современной элементной базы оптоэлектроники и вычислительной техники позволяет разрабатывать новые прецизионные оптико-электронные системы диагностики.

Одним из перспективным методом неразрушающего контроля, который можно выделить из всего ряда современных оптических дефектоскопического контроля является метод компьютерной (цифровой) голографии. Данный метод был ранее предложен для контроля элементов остекления кабин воздушных судов, однако сложность его применения заключалась в отсутствии программной реализации алгоритмов восстановления изображения объекта из записанной голограммы. К сегодняшнему моменту приводятся пути по реализации алгоритмов восстановления изображения объектов из голограмм с помощью таких средств автоматизированного проектирования как MatLab и LabView, что не подтверждает их оригинальность и делает их зависимыми от лицензии на данные программные продукты. Для придания программному модулю оригинальности и независимости предлагается в ходе разработки использовать среду программирования Visual Studio 2015, а язык программирования C#.

Оценка адекватности разработанного программного модуля подтверждается результатами натурных испытаний при использовании метода компьютерной голографии для оценки состояния внутренней структуры авиационного стекла.

Таким образом, разработанный программный продукт позволяет осуществлять операции по дефектоскопическому контролю элементов остекления кабин воздушных судом устройствами неразрушающего контроля, принцип действия которых основан на использовании метода компьютерной голографии.

Применение исследования перспективного ракетного топлива на стартовом комплексе

Митюрева Е.В.
Научный руководитель — Бут А.Б.
МАИ, Москва
mityuryova2011@mail.ru

Для воплощения идеи экономической эффективности для промышленного освоения космического пространства необходимы три составляющие: эффективная топливная пара, эффективный многоразовый носитель и эффективная транспортная система в целом. В настоящее время наряду с керосином на первый план выходят два компонента пропан, уступающий керосину, но превосходящий метан и ацетам, превосходящий по экономической эффективности водород.

Ацетам – высокоэффективное горючее универсального применения, высококонцентрированный раствор газообразного ацетилена в жидком аммиаке.

Проанализировав перспективное ракетное горючее можно выделить достоинства ацетама и применение его на стартовом комплексе:

• Высокая плотность, что позволит делать баки меньшего размера;

• Температура хранения ацетилено-аммиачного раствора в баке летательного аппарата, ракетоносителя, разгонного блока находится в диапазоне 243... 223 К, что позволит использовать раствор на всех ступенях ракеты;

• Освоено производство, хранение и транспортировка компонентов ацетилена и аммиака; ацетам можно производить прямо на территории космодрома при наличии установки;

• Дешевизна ацетилено-аммиачного раствора;

• Высокая энергетика (на уровне топливной пары кислород-водород);

• Высокая летучесть;

• Пожаро- и взрывоопасность ацетама из-за значительного разбавления и балластирования аммиаком будет ниже соответствующих показателей для чистого ацетилена и приближаться к показателям метана.

Применение ацетилено-аммиачного раствора позволит удешевить ракетные пуски и отказаться от дорогостоящей инфраструктуры по производству водорода, которую приходится поддерживать прямо на космодромах.

Анализ способов поддержания температуры окислителя в заданном диапазоне в период предстартовой подготовки ракет-носителей на стартовом комплексе

Наместникова А.И.
Научный руководитель — Мельничук В.Н.
МАИ, Москва
www.anuet.ru@gmail.com

Криогенное топливо является одним из самых трудноэксплуатируемых компонентов ракетного топлива. Это связано с низкой температурой кипения. Вследствие чего оно требует особых условий хранения и транспортировки.

В данной работе рассмотрены различные способы поддержания температуры в баках окислителя ракет-носителей, такие как термостатирование и охлаждение с помощью подпитки. Также проведен экономический расчет данных способов и выдвинуты рекомендации по выбору системы.

Термостатирование является одним из основных способов поддержания температуры, применяемых при предстартовой подготовки космических аппаратов, разгонных блоков и космических головных частей. Это связано с малыми габаритами (относительно ракета-носителя) составных частей и с уменьшением количества оборудования, применяемого в этой системе.

Подпитка является универсальным способом уменьшения потерь компонента в период предстартовой подготовки. Она применяется как для основных баков ступеней ракета-носителя, так и для разгонных блоков различных модификаций.

Расчет системы термостатирования проводился исходя из затрат на приобретение оборудования применяемого в системе.

Для расчета количества компонента, затрачиваемого во время проведения операции подпитки использовался показатель испаряемости.

При сравнении способов поддержания температуры в баке окислителя рассмотрение результатов основывалось на исходных данных, применяемых при заправке разгонного блока ракета-носителя. Так как температура компонента, поддерживаемая в данном агрегате, являлась достаточно низкой, мною были исключены из обеих систем расходы на охлаждение.

В данной научно исследовательской работе рассмотрен лишь один из объектов подпитки – разгонный блока. Это вызвало получение столь низких результатов на потери компонента в ходе подпитки баков при предстартовой подготовке. Причина тому маленький объем бака разгонного блока в сравнении с количеством и объемами баков выводящей ракеты-носителя.

Таким образом, наиболее выгодным способом поддержания температуры в данной работе является метод подпитки. Одна из причин полученных результатов низкая стоимость кислорода, как компонента ракетного топлива, в случае применения другого окислителя

потери могли бы возрасти на несколько порядков. Также в техническом задании, на разработку системы, может быть указан способ поддержания температуры, исходя из параметров и состава космической головной части.

В дальнейшем данная работа может быть применена для рассмотрения принципиальных решений и конструкций, необходимых для поддержания температуры окислителя при предстартовой подготовке, применения новых технологий и улучшения технико-экономических показателей.

Орбитальный аппарат для спасательных операций

Никеев А.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Береговой В.Г.
МАИ, Москва
d3pt1337@gmail.com

Не всегда пилотируемые космические миссии заканчивались успешно. В ходе космических полётов, подготовки к ним, а также неудачных ракетных запусков погибло, по меньшей мере, более трёхсот человек. Также велико количество полётов, которые могли бы увенчаться катастрофой.

Примером может послужить лунная миссия корабля «Аполлон-13», в ходе которой на сорок седьмом часе полётного времени произошла авария, связанная с неисправностью оборудования служебного модуля, ввиду чего, нормальное возвращение на Землю было невозможным. Избежать трагических последствий удалось благодаря эффективности наземных служб и изобретательности астронавтов.

На данный момент времени, особого внимания заслуживает Международная космическая станция. Ввиду загрязнения космическим мусором низкой околоземной орбиты, станция вынуждена корректировать высоту полёта, дабы избежать столкновения. Разумеется, для безопасности МКС вдоль её трассы создана зона-коридор, и ведётся постоянное наблюдение, чтобы в эту зону не попал космический мусор. Но мусора становится лишь только больше, а активных мер с его борьбой пока не ведётся. Также не стоит забывать о возможности возникновения аварийных ситуаций на самой станции, требующих своевременной эвакуации членов экипажа.

Целью данной работы является разработка орбитального аппарата для спасательных операций и технических работ в космосе на основе транспортного корабля снабжения, предназначенного для доставки экипажа и грузов на орбитальную пилотируемую станцию военного назначения «Алмаз», разработка проектных решений и дальнейшее проектирование.

Перспектива использования БПЛА для мониторинга метеоусловий перед запуском ракет носителей

Оборин Ф.С.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва
fedorcrab@mail.ru

Производство РН является не только трудоемким и технически-сложным процессом, но и достаточно затратным. Стоимость выведения одного килограмма груза в космос в наши дни достигает нескольких тысяч долларов. Также на орбиту могут быть выведены ещё более дорогостоящие космические аппараты. Помимо этого, существуют и пилотируемые миссии, где безопасность должна быть на высшем уровне.

Стоит отметить, что надежность современных РН достаточно велика, однако не достигает ста процентов. Всегда присутствуют различные факторы, способные повлиять на полёт РН.

Одним из таких факторов являются погодные условия. Множественные природные катаклизмы и явления могут значительно повлиять на составные части РН и даже прервать запланированный запуск, что приведет к большим затратам.

Для обеспечения безопасности полёта и точного выполнения полётного задания РН, перед его запуском предлагается проводить мониторинг окружающей среды с помощью БПЛА самолётного типа среднего класса. Его использование позволит получить важные данные по метеоусловиям на траектории полёта РН. Важно отметить, что при использовании БПЛА можно получить различные данные по метеоусловиям на разных высотах полёта, так как многие погодные факторы значительно изменяются с набором высоты. К этим факторам относятся: скорость и направление ветра, влажность, температура воздуха, высота верхнего и нижнего слоя облаков, различные излучения и так далее.

Все эти данные позволят безошибочно определить правильную траекторию полёта РН и целесообразность его запуска в определенный момент времени и повысить его надежность.

Анализ параметров состояния человека в условиях сверхвысокой гравитации (на основе анализа англоязычных источников)

Первых Г.В.
МАИ, Москва
gleb9965@yandex.ru

Гравитация — это естественный эффект, благодаря которому всё во вселенной, обладающее массой или энергией притягивается друг к другу.

Наиболее точно гравитация описывается общей теорией относительности, предложенной Альбертом Эйнштейном, которая характеризует гравитацию не как силу, а как следствие искривления пространства-времени, вызванного неравномерным распределением массы. Наиболее радикальным примером этой пространственно-временной кривизны является черная дыра.

Чтобы понять, как образуется черная дыра, для начала нужно рассмотреть жизненный цикл звезды. Звезда образуется, когда большое количество газа (в основном это водород) начинает сжиматься под силами своей гравитации. При протекании данного процесса атомы газа начинают все чаще сталкиваться друг с другом, приобретая все большие и большие скорости. В результате чего газ разогревается до таких высоких температур, что атомы водорода, вместо того чтобы отскакивать друг от друга, начинают соединяться, образуя гелий. Тепло, которое вырабатывается в этой реакции, и вызывает свечение звезды. Из-за дополнительного тепла начинает расти давление. Это происходит до тех пор, пока не уравновесится гравитационное притяжение, после чего газ перестает сжиматься.

В зависимости от массы звезды и момента вращения возможны следующие её конечные состояния:

1) Угасшая звезда, состоящая в основном из гелия, кислорода, неона и углерода. Подобные звезды называются белыми карликами. Их масса ограничена пределом Чандрасекара — около 1,4 солнечных масс.

2) Нейтронная звезда, масса которой составляет около 2 солнечных.

3) Черная дыра.

Предел Чандрасекара — это максимальное значение массы звезды (устойчивого белого карлика). В настоящее время полученное значение предела Чандрасекара составляет около 1,4 от массы Солнца. Преодолевая это значение, звезда коллапсирует в черную дыру.

Горизонт событий - это граница области пространства-времени, из которой невозможно выбраться. Он похож на полупроницаемую мембрану вокруг черной дыры. Такие объекты, как неосторожные астронавты, могут упасть в черную дыру именно через горизонт событий, но ничто не может вырваться из черной дыры через него. Каждый, кто достигнет этой «точки невозврата», скоро дойдет и до области бесконечной плотности, а также конца времени.

В 1974 году Хокинг предсказал, что черные дыры не являются полностью черными. Они излучают небольшое количество теплового излучения, следовательно, это излучение может преодолеть горизонт событий. Это явление стало известно как излучение Хокинга.

Излучение Хокинга уменьшает массу и энергию вращательного движения черных дыр, поэтому оно также известно как «испарение черных дыр». Вследствие этого факта предполагается, что черные дыры, которые не набирают массу другими способами, сжимаются и в конечном итоге исчезают.

Любое тело, попавшее в черную дыру, попадает в сингулярность после пересечения горизонта событий. Когда оно достигнет сингулярности, произойдет сжатие, его плотность станет бесконечной, а масса добавится к общей массе черной дыры.

С позиции удаленного от черной дыры наблюдателя падение будет выглядеть следующим образом: вначале будет казаться, что свободно падающее тело постепенно разгоняется под действием сил тяжести. Цвет тела при этом не меняется. Частота посылаемых телом сигналов (если такие будут) также неизменна. Однако, при приближении тела к горизонту событий, фотоны, идущие от этого тела, будут испытывать все большее красное смещение, которое вызвано доплеровским эффектом и замедлением времени под действием гравитации. Из-за гравитационного поля все физические процессы будут идти все медленнее и медленнее. Далее тело будет все больше и больше замедляться, по мере приближения к границе, и, в итоге, практически остановится. Частота посылаемых сигналов резко упадет, а длина волны испускаемого телом света наоборот возрастет. Свет быстро превратится в радиоволны, а после в низкочастотные электромагнитные колебания, которые уже нельзя будет зафиксировать. Пересечения телом горизонта событий не удастся зафиксировать никогда, поэтому с точки зрения наблюдателя падение будет продолжаться вечно.

На данный момент есть множество различных теорий о состоянии объектов вблизи черной дыры. Проверка этих теорий на сегодняшний день невозможна, однако не исключено, что в ближайшем будущем ситуация изменится.

Совершенствование конструкции комплекта слива компонентов ракетного топлива из жидкостных ракет-носителей

Сазонова Д.А.
Научный руководитель — Бут А.Б.
МАИ, Москва
sazonovadashas1998@yandex.ru

Потребность в средствах слива компонентов ракетного топлива (КРТ) появилась в середине 60-х годов прошлого столетия для ракет-носителей (РН) морского базирования второго поколения. Принципиально новые конструктивно-компоновочные схемы РН придали морским комплексам ряд свойств и особенностей, так или иначе оказавших влияние на их наземную эксплуатацию и, следовательно, на комплексы наземного оборудования (КНО). Заводская заправка баков ракет топливом и их ампулизация позволили исключить заправочные работы на флотах и возможные при этом проливы компонентов.

Однако, в настоящее время существует необходимость продления сроков эксплуатации одних типов РН и утилизации других, устаревших типов. Учитывая длительные сроки нахождения ампулизированных РН на боевом дежурстве и хранении, возрастает вероятность возникновения аварийных ситуаций и связанной с ними опасности загрязнения окружающей среды. Большинство агрегатов для слива топлива, находящихся сейчас в эксплуатации выработали свой ресурс, а то и вовсе устарели. Их капитальный ремонт провести порой невозможно, так как документацию, разработанную для них в 60-е годы прошлого века, для них использовать нельзя из-за прекращения выпуска многих материалов и комплектующих изделий. Многие комплектующие изделия были собственного производства и морально устарели, поэтому возникает необходимость в создании новых систем или модернизации старых.

При сливе компонентов ракетного топлива выделяются пары, которые могут пагубно влиять на обслуживающий персонал, окружающую среду и технику в целом, поэтому возникает необходимость выявления оптимального метода нейтрализации, создания и использования в комплектах слива фильтров-поглотителей.

Для решения данной проблемы было предложено создание комплекта слива компонентов ракетного топлива (КРТ) контейнерного типа. В этом варианте слив каждого КРТ из РН осуществляется в контейнер-цистерну – контейнер, состоящий из цистерны и каркаса (рамных элементов), укомплектованный арматурой и другими устройствами. Такое решение обладает рядом преимуществ:

• Возможностью транспортировки любым видом транспорта (водным, железнодорожным, автомобильным);

• Отсутствием затрат на капитальное строительство;

-возможностью освоения серийного производства и повышения эксплуатационных качеств за счет мобильного исполнения (переброска при необходимости с одного места эксплуатации на другое).

Разработка стенда для проведения прочностных испытаний при воздействии климатических факторов на агрегаты из композиционных материалов

Саркисян А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Заговорчев В.А.
МАИ, Москва
Andrey.s.g@ya.ru

Внедрение композиционных материалов в конструкции летательных аппаратов является одним из наиболее перспективных направлений развития авиации. В первую очередь это связано со стремлением разработчика снизить вес летательного аппарата без потерь прочностных характеристик конструкции.

В связи с недостаточным опытом широкого применения изделий из композиционных материалов, разработчику приходится уделять особое внимание процессу испытаний агрегатов, выполненных из композиционных материалов. Одной из проблем применения композиционных материалов является чувствительность прочностных характеристик материала к климатическим факторам.

Для упрощения процесса испытаний различных агрегатов, таких как агрегаты механизации крыла и оперения, предлагается использовать специальную раму, представляющую из себя конструкцию из силовых порталов соединенных между собой, на которую монтируется объект испытаний и необходимое для нагружений и измерений потребное оборудование. Для снижения стоимости конструкции необходимо использовать стандартные металлоконструкции, находящиеся в свободной продаже, а конструкцию силовой рамы унифицировать на стадии проектирования для испытаний нескольких агрегатов или проведения различных типов испытаний (статические или ресурсные).

Такая конструкция позволит решить одновременно несколько задач:

• Обеспечение влагонасыщения объекта испытаний в климатической камере;

• Обеспечение проведения статических испытаний вплоть до разрушения объекта испытаний;

• Обеспечение ресурсных испытаний (в том числе в климатической камере);

• Имитация ответных узлов конструкции планера и как следствие исследование поведения различных узлов при воздействии климатических факторов.

Для решения задачи нагружения агрегатов непосредственно в климатической камере предлагается использовать электрические силовозбудители ролико-винтового типа. Их преимуществами перед традиционными гидравлическими силовозбудителями является возможность производить нагружение объекта испытаний в широком диапазоне температур и влажности, а также значительно более простой процесс подготовки к испытаниям и технического обслуживания.

Универсальность такой конструкции и возможность её адаптации к поставленным задачам позволит разработчику и испытателю более широко исследовать поведение конструкций агрегатов при воздействии климатических факторов, тем самым оптимизировать и повысить надежность создаваемых агрегатов.

Внедрение данного решения позволит сократить временные ресурсы за счет унификации конструкции и устранения недостатков на первоначальном этапе её применения, что в свою очередь позволит сократить финансовые затраты на процесс проектирования, изготовления и непосредственного испытания агрегатов из композиционных материалов.

Анализ мер по обеспечению безопасности средств транспортирования неделимых грузов

Силин И.Д., Капитонов М.В., Шувалова Е.Е.
Научный руководитель — к.т.н. Амосов А.Г.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
vsilin9@gmail.com

В условиях ухудшения экологической обстановки необходимо снижать степень загрязнения при выполнении специальных задач эксплуатации наземной космической инфраструктуры.

Данный анализ определяет комплекс основных организационных и технических мер по обеспечению экологической безопасности средств транспортирования неделимых грузов в соответствии с требованиями. Одним из важнейших инструментов работы с охраной природы является оценка экологического риска технологического оборудования, специальной колесной техники и хозяйственной деятельности объектов.

Для человека, оценка экологического риска учитывает поступление в его организм вредных вещей с потреблением воздуха, пищи, воды. К вредным воздействиям на окружающую среду можно отнести такие как:

• Для воздушной среды — радиационный фон, химическое, тепловое, электромагнитное и акустическое загрязнение;

• Для грунтовых вод и почвы — загрязнение токсичными отходами.

Задачами данной работы являются:

• Определение факторов отрицательного воздействия составных частей средств транспортирования неделимых грузов;

• Анализ требований, предъявляемых к составным частя средств транспортирования неделимых грузов;

• Анализ технических решений, которые направлены на гарантирование экологической безопасности составных частей;

• Подготовка предложений для системы экологического мониторинга составных частей при их эксплуатации и проведении испытаний.

Целью анализа является защита интересов в области обеспечения экологической безопасности; качественные решения задач, связанных с осуществлением контроля за соблюдением на предприятии действующего экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по обеспечению экологической безопасности, снижению вредного влияния производственных факторов на окружающую среду.

Список литературы:

1) ГОСТ 12034-77 Эмали марок МЛ-165, МЛ-165ПМ и МС-160. Технические условия.

2) ГОСТ 12707-77 Грунтовки фосфатирующие. Технические условия.

3) ГОСТ Р 52985-2008 Экологическая безопасность ракетно-космической техники. Общие технические требования.

4) ТУ 6-10-1301-83 Эмали ХВ-16 и ХВ-16Р различных цветов. Технические условия.

Моделирование космической болезни движения с использованием устройств виртуальной реальности

Скобелев Е.М.
Научный руководитель — к.м.н. Швед Д.М.
МАИ, Москва
Jager0308@mail.ru

Космическая болезнь движения представляет собой значимую медико-биологическую проблему, которая ограничивает эффективную работоспособность членов экипажа на раннем периоде адаптации к невесомости, а также при возвращении в условия с выраженной силой тяжести. С этим патологическим состоянием по разным оценкам приходится сталкивается от трети до половины космонавтов [1].

В начальный период адаптации к условиям невесомости у членов экипажа космического аппарата развиваются атипичные сенсорные, перцептивные и вегетативные реакции, которые отражают изменения в характере работы физиологических систем организма, отвечающих за получение и обработку информации от рецепторов, а также формирование комплексных моторных реакций. В основе возникновения этих реакций лежит противоречие между сигналами, поступающими от разных рецепторов. Этот комплекс атипичных реакций является естественным ответом организма на попадание в новую среду, то есть особой «космической» формой адаптационного синдрома (КАС). В том случае, если реакции, свойственные для космического адаптационного синдрома, превышают нормированные значения, такое состояние переходит в разряд КБД.

Среди проявлений КБД выделяют иллюзорные реакции и явления пространственной дезориентации, при которых космонавт ощущает чувство вращения, так же называемые кинетическими иллюзиями. При продолжительном воздействии кинетические иллюзии, как правило, переходят в координатные - человек испытывает ощущение, что его тело наклонено под углом или находится вниз головой. Кроме пространственных иллюзий ряд космонавтов отмечал о появлении ощущений «падающей стены», удерживаемой руками, и уходящего из-под ног пола. Небольшое число космонавтов отмечали несоответствие между реальным и кажущимся положениями конечностей [1].

Большинство космонавтов, подверженных КБД, в своих отчетах сходились во мнении, что повышенная двигательная активность, такая как резкие движения головой и туловищем в начальные дни полёта, являлись основным стрессорным фактором, провоцирующим развитие вегетативных реакций. При этом переход из транспортного корабля на орбитальную станцию приводил к усилению иллюзий и пространственных искажений. Провоцирующим моментом в появлении иллюзий были названы визуальные раздражения и отсутствие привычного чувства опоры.

В случае с полётами на орбиту и последующим возвращением на Землю для миссии важность представляет только период адаптации к невесомости, однако в планируемой пилотируемой экспедиции на Марс экипажу придется высаживаться на его поверхность и осуществлять там свою профессиональную деятельность. В рамках данной миссии ресурсы экипажа будут ограничены, что накладывает повышенные требования к эффективности его работы. Именно поэтому так важно, чтобы по прибытии к точке назначения космонавты смогли быстро адаптироваться и начать эффективно работать.

Хотя проявления КБД возникают на физиологическом уровне, к их влиянию все же возможно подготовить космонавта по крайней мере психологически. Для этого в космической отрасли применяются различные стенды и системы, позволяющие моделировать воздействие состояния невесомости на организм и проводить для космонавтов соответствующие тренировки.

С развитием устройств виртуальной и дополненной реальности так же возникла возможность их применения в космической отрасли. Особый интерес представляет то, что наблюдаемые у космонавтов симптомы очень похожи на одно из проявлений так называемого «разрушительного технологического расстройства». Термин был предложен для симптомов,

связанных с влиянием новых технологий на организм человека, неврологом Дональдом Уивером из Исследовательского института Крембиля в Торонто в 2017 году [2].

Возникающий синдром укачивания — одно из проявлений такого расстройства. Он представляет из себя частный случай кинетоза — болезни движения, вызванной различием между сигналами, поступающими от зрительных и вестибулярного рецепторов. Благодаря усовершенствованию подобных устройств вероятность случайного возникновения такого состояния сведена к минимуму, однако его все ещё можно вызвать направленно.

Такой подход дает возможность моделировать проявления космической болезни движения и вызывать соответствующие реакции организма с возможностью проведения широкого спектра тренировочных программ. Кроме того, такая особенность виртуальной реальности, как возможность моделировать в ней объекты без привязки к земным условиям, дает возможность проводить подготовку космонавтов с учетом параметров требуемой среды и отрабатывать взаимодействие экипажа в условиях, наиболее приближенных к реальным.

Список литературы:

1. Корнилова Л.Н., Наумов И.А., Глухих Д.О., Нейросенсорные механизмы космического адаптационного/реадаптационного синдрома, результаты исследований 1984-2014 гг.

2. Weaver D., Disruptive technology disorder: A past, present, and future neurologic syndrome, American Academy of Neurology, 2017

Анализ и исследование работы агрегата осушки воздуха с последующей модернизацией

Смирнова Н.А.
Научный руководитель — Абдурашидов Т.О.
МАИ, Москва
ceeel1997@mail.ru

Актуальность: В настоящее время использование агрегата осушки воздуха модернизированный необходимо для создания заданных параметров влажности и давления воздуха в полости изделий. Агрегат осушки воздуха модернизированный обеспечивает возможность работы на технической территории внутри цеха подготовки и в помещениях сооружений.

Цель и задача исследования: Целью исследования является получение знаний об агрегатах и способах осушки воздуха. Задачей исследования является изучение стенда для осушки воздухом и модернизация агрегата осушки.

В настоящее время создание микроклимата в полости отсека отделения изделия производится серийно выпускавшимися агрегатами осушки воздуха. Подвижный агрегат предназначался для проведения работ на причале, стационарный – для проведения работ внутри сооружений. Для решения задачи создания микроклимата в полости отсека отделения изделия, находящегося в цехе подготовки или в помещениях сооружений ракетно-технических баз флота, в настоящем курсовом проекте предложено взамен агрегата старого образца создать агрегат осушки воздуха модернизированный.

Объект исследования: процесс осушки воздухом на специализированном стенде. Предмет исследования: модернизация агрегата осушки воздуха и рассмотрение эффективности и методов осушки.

Практическая значимость: в данной работе изложены сведения о работе агрегата осушки воздуха, предложен метод модернизации устройства, имеющий широкое практическое применение.

Теоретическая значимость: Представленные модернизированное устройство для осушки воздуха и расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции могут обеспечивать качественную и надежную осушку и высокоточный контроль.

Агрегат ОВМ обеспечивает:

• Заправку баллонов пневмооборудования сжатым воздухом от постороннего источника;

• Осушку и очистку от паров масла и механических примесей воздуха, подаваемого от постороннего источника.

Агрегат ОВМ предназначен для создания заданных параметров влажности и давления воздуха в полости изделий путем заполнения предварительно отвакуумированной полости сухим воздухом.

Агрегат ОВМ обеспечивает возможность работы на технической территории внутри цеха подготовки и в помещениях сооружений РТБФ. При работе в цехе подготовки и в сооружениях РТБФ агрегат устанавливается в помещениях, изолированных от зоны размещения изделия.

Направление №6 Робототехника, интеллектуальные системы и авиационное вооружение

Секция №6.1 Робототехника, интеллектуальные системы и авиационное вооружение

Классификация атак на нейросетевые модели

Бекетова В.А.
Научный руководитель — Бородинов А.А.
Самарский университет, Самара
vera_beketova@mail.ru

В современном мире нейронные сети получили широкое распространение. Они достигли внушительных результатов в решении задачи классификации и распознавания образов. Но несмотря на все достоинства нейронных сетей, в большинстве случаев вопросам безопасности при их разработке уделяется крайне мало внимания для масштабов, в которых они используются в настоящее время. Даже самые развитые нейросети можно обмануть и заставить выдавать неверный результат, путём относительно несложных манипуляций.

Часть описанных далее типов и методов атак известна уже более десяти лет в качестве атак на модели машинного обучения, но дыра в безопасности остается открытой. Но безопасность должна идти одновременно с идеей и реализацией систем, а сейчас система стремительно развивается, несмотря ни на какие уязвимости.

Рассмотрим классификацию атак на уже обученные нейронные сети:

1. White-box атаки

В случае проведения таких атак злоумышленник имеет физический доступ к модели, знает её архитектуру, веса, градиенты, слои, операции и т. д. Опишем подробнее некоторые типы white-box атак.

Gradient sign method

Обучение весов происходит за счёт алгоритмов градиентного спуска. Опишем процесс обучения. На нейросеть подается изображение, после обработки которого получаем некоторую выходную функцию. Затем рассчитывается разница между текущей результирующей функцией и истинным значением, и производим обновление весов.

Данный метод использует градиент базовой модели. Для начала мы фиксируем веса. И вместо того чтобы минимизировать разницу, изменяя веса на основе градиента, мы изменяем входное изображение с помощью того же градиента. Исходное изображение x изменяется путем сложения или вычитания небольшой ошибки ε к каждому пикселю. Будем мы добавлять или вычитать ε зависит от знака градиента для пикселя. Изображение остается в целом почти неизменным и различимым для человека, а нейросеть при этом выдаст неверный результат с высокой степенью уверенности.

JSMA (Jacobian-based saliency map attack)

В отличие от предыдущего алгоритма, в данном меняется всего несколько пикселей на всем изображении. Пространство всех возможных изображений размером 128*128 имеет общее количество вариантов изображений 128*128*256^3 (~2,75*10^11). Некоторый пул признаков определяет положение распознаваемого объекта как координаты точки в многомерном пространстве. В данном пространстве существует некоторая гиперплоскость (граничные условия), находясь внутри которой точка будет классифицирована определенным образом. Идея данной атаки в том, чтобы дать небольшой сдвиг точке, изначально верно классифицированной, чтобы она перешла за разделяющую поверхность.

2. Black-box атаки

Чаще всего на практике доступа к устройству модели и градиентам нет, но есть входные и выходные значения.

One-pixel attack

В данной атаке развивается идея того, что для того, чтобы обмануть нейросеть, необходимо изменить лишь один пиксель. Данная атака проводится методом дифференциальной эволюции - один из методов оптимизации. Он не требует ни дифференцируемости функции, ни даже знания этой функции.

Берется случайный набор точек. Задача состоит в том, что нужно подобрать минимум функции. Каждая точка-кандидат для изменения будет иметь 5 параметров - значения координат x, y и RGB значение. Имеющиеся точки перебираются, и анализируются путем некоторых изменений точки, после чего неподходящие отбрасываются. Затем комбинируем некоторым образом точки, получаем новые, и снова обрабатываем. Главное преимущество таких алгоритмов - быстрота вычислений. Но все же нет гарантии сходимости алгоритма, он может работать долго, но быть далеким от глобального минимума.

Замещение модели

В качестве примера, рассмотрим две модели Angry и Upset.

Подаем Upset исходную black-box модель, на основе которой производится обучение. Затем на один вход подаем изображение, а на другой - ожидаемый выход модели-классификатора.

Получаем универсальную маску, которую можно наложить на любое изображение и получить требуемый выход от исходной модели. Главным недостатком использования данной нейросети является отсутствие гарантии того, что изображение будет похоже на исходное.

Angry model генерирует некоторый шум, который гарантирует неверное распознавание.

GANs

Общий принцип работы GANs можно описать следующим образом: создается нейросеть-генератор и обучается так, чтобы генерировать некоторые образцы (в нашем случае зашумлённые изображения). Затем подключается вторая нейросеть, на вход которой подается выход генератора и исходный образец. Её задача состоит в том, чтобы отличить сгенерированное изображение от настоящего. В случае ошибки - дискриминатор обучается, а также градиенты передаются на генератор. Таким образом генератор бесконечно обучается создавать все более и более неразличимые для дискриминатора образцы, а дискриминатор обучается отличать исходник от сгенерированного образца. Таким образом, как только генератор будет достаточно обучен, он может генерировать шум для любого изображения.

Исследование параметров отделения полезной нагрузки при пусках с помощью адаптивного катапультного устройства

Беклемищев Ф.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов К.М.
МАИ, Москва
philipsmsk@gmail.com

Повышение маневренности является одним из актуальных направлений развития летательных аппаратов (ЛА). Носитель, обладающий большей маневренностью, имеет значительное тактическое превосходство над противником. Однако улучшение маневренных характеристик приводит к затруднению использования авиационных управляемых ракет (АУР) на всех режимах полёта по следующим причинам:

- Ограниченного времени подготовки АУР к пуску;
- Больших углов атаки и скольжения, угловых скоростей и перегрузок носителя;
- Малого скоростного напора.

Ограниченность во времени связана с выполнением определенной последовательности команд и действий лётчика, необходимых для пуска полезной нагрузки и располагаемым временем нахождения цели в зоне обзора прицельной станции и зоне возможных пусков.

Большие углы атаки и скольжения, угловые скорости и перегрузки, а также малый скоростной напор являются причинами возникновения сложных и резкоменяющихся аэродинамических нагрузок, действующих на ракету (особенно при внутрифюзеляжном размещении). Такой характер нагрузок может привести к попаданию катапультируемой полезной нагрузки в носитель или к срыву захвата цели тепловой головкой самонаведения. Большие углы атаки и скольжения также приводят к изгибу реактивной струи двигателя ракеты по направлению невозмущенного потока. На больших углах атаки и скольжения это может привести к попаданию истребителя в зону реактивной струи ракеты, что может вызвать помпаж, самовыключение и выход строя двигателя ЛА или повреждение головок самонаведения ракет на внешних точках подвески.

Для расширения границ зоны возможных пусков и решения отмеченных выше проблем целесообразным является вопрос разработки адаптивного авиационного катапультного устройства (ААКУ), которое могло бы придавать полезной нагрузке начальные параметры движения, при которых она благополучно выходила бы из окрестности носителя без срыва сопровождения цели, а также без ущерба для самого носителя.

В данной работе проведено исследование параметров отделения полезной нагрузки при пусках с ААКУ с учётом изменяющихся во времени толкающих усилий в точках подвески ракеты, а также аэродинамических нагрузок, при помощи компьютерной динамической модели системы «ААКУ – АУР». В качестве контролируемых характеристик берутся: вертикальная скорость и перегрузка полезной нагрузки, угол пикирования, угловая скорость вокруг оси Oz.

Модифицированный алгоритм бомбометания для боевого ударного вертолёта

Бородай И.Ю.
Научный руководитель — Беклемищев Ф.С.
МАИ, Москва
jiini1797@gmail.com

В настоящее время боевые ударные вертолёты являются перспективным направлением развития военной авиации. Основным вооружением таких вертолётов являются неуправляемые авиационные ракеты (НАР), авиационные управляемые ракеты (УР) класса «воздух-воздух» и «воздух-поверхность», стрелково-пушечное вооружение (пушки и пулемёты), а также авиационные бомбы (АБ). Стоит отметить, что с каждым годом номенклатура применяемого вооружения с вертолётов продолжает увеличиваться.

Одним из основных критериев, при выборе того или иного авиационного средства поражения (АСП), является рациональность его применения. Так как количество АСП на точках подвески вертолёта конечно, то это накладывает жёсткие ограничения на использование вооружения.

Бомбометание, как режим применения АСП, считается эффективным при поражении площадных и протяжённых целей. В данной работе рассмотрен имеющийся и модифицированный алгоритм применения АБ по протяжённым целям, типа: колонн техники, мостов, железнодорожных составов.

В существующей версии алгоритма, при расчёте дискретности (интервала) сброса АБ в серии, учитывалось только выбранное экипажем количество бомб для применения. Такой подход является нерациональным из-за ряда факторов:

• Не учитывается тип цели и эффективный радиус поражения АБ, что непосредственно влияет на необходимое количество бомб, для поражения цели.

• Сброс первой и последней АБ производится в крайних точках протяжённой цели, следовательно, половина полусферы разлёта осколков бомбы оказывается за целью, что приводит к снижению эффективности.

• Значение протяженности цели берётся из полётного задания, либо определяется визуально экипажем.

В модифицированном алгоритме устранены все, перечисленные выше, факторы и недостатки. В алгоритм введены подрежимы «Уничтожение», «Повреждение», «Вывод из строя» и «Остановка», что привело к учёту желаемой степени поражения цели и к расчёту фактически возможной степени поражения и значения количества применяемых АБ в серии. Выполнено смещение первого и последнего сброса АБ для максимизации боевой эффективности их применения. Разработан алгоритм определения протяженности цели с использованием лазерного дальномера и автомата сопровождения обзорно-прицельной станции.

Разработка бортовой системы технического обслуживания с функцией прогнозирования отказов

Брусникин П.М., Дудкин С.О., Зуб В.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва
Pavel.Brusnikin@uac-ic.ru

При прогнозировании неисправных состояний самолётных систем учитывается их срок службы, статистика использования и различная параметрическая информация, поступающая от систем, которая позволяет улучшить точность прогноза. Повышение точности прогноза позволяет вовремя заменить потенциально неисправные элементы и, тем самым предотвратить отказы оборудования на борту, что позволяет повысить отказоустойчивость комплекса Бортового Радиоэлектронного Оборудования (БРЭО) в целом.

В работе решается задача синтеза системы перспективной Бортовой Системы Технического Обслуживания (БСТО) для транспортных самолётов. Целью исследования является разработка программно-алгоритмического обеспечения системы, позволяющего производить прогнозирование неисправных состояний самолётных систем на основе статистических данных использования оборудования и параметрической информации, поступающей из самолётной сети.

БСТО предназначена для решения задач по выявлению, локализации мест и типа отказов в системах самолёта, передачи результатов на средства индикации и регистрации, а также для обеспечения возможностью прогнозировать потребность в ремонте по результатам анализа проявления отказов за длительное время эксплуатации комплекса бортового оборудования.

По функциональному признаку бортовая система имеет следующие подсистемы:

• Централизованный уровень БСТО (ЦУ БСТО);

• Распределенный уровень (Встроенные средства контроля сопряженных систем (ВСК)).

Централизованный уровень БСТО представляет собой приложение для сбора отказов и выполнения интерактивных тестов сопряженных систем, размещённое на центральном вычислителе авионики. Вычислитель представляет собой блок с программным обеспечением функции БСТО.

Распределенный уровень представляет собой встроенные средства контроля сопряженных с БСТО систем. ВСК формируют информацию об отказах систем на борту самолёта и позволяют производить тестирование систем.

Основные задачи ЦУ БСТО заключается в том, чтобы собирать информацию об отказах за крайние 64 полёта от сопряженных систем, позволять техническому персоналу проводить тесты этих систем и исследовать неисправности. ЦУ БСТО обеспечивает технический персона и экипаж человеко-машинным интерфейсом на многофункциональном индикаторе и на портативных терминалах для работы с системой.

Задачи встроенных средств контроля, размещённых на распределенном уровне заключаются в том, чтобы предоставлять ЦУ БСТО информацию об отказах систем и подсистем, а также отвечать на интерактивные запросы ЦУ БСТО и направлять соответствующие ответы.

ФПО БСТО передает в самолётные системы общесамолётные параметры, такие как фаза полёта, дата и время, аэропорт вылета и прилета и т.д. От ВСК самолётных систем ФПО БСТО

принимает сообщения о неисправностях и параметрическую информацию. Далее ФПО БСТО передает информацию об отказах и параметрические данные в БД БСТО.

В интерактивном режиме ФПО БСТО взаимодействует с техническим персоналом через терминал технического обслуживания. Оператор БСТО вводит информацию в БСТО посредством трекбола и клавиатуры, входящих в состав терминала. Далее запрос передается в ФПО БСТО, которое в свою очередь формирует и передает запрос о необходимой информации в БД БСТО. БД БСТО передает необходимою информацию в ФПО БСТО, которое формирует необходимый оператору БСТО отчет о неисправностях или конфигурации оборудования и передает в терминал. Терминал отображает полученную информацию на многофункциональном индикаторе для оператора БСТО.

Модель БСТО разрабатывается с учетом решения задачи прогнозирования отказов неисправных состояний самолётных систем. Для анализа корректности работы БСТО в составе комплекса БРЭО необходимы математические модели встроенных средств контроля других самолётных систем.

На данный момент разработана архитектура БСТО, программно-алгоритмическая модель без учета функции прогнозирования неисправных состояний самолётных систем.

Список литературы:

1. Кучерявый, А.А. Авионика: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб: Издательство «Лань», 2017. – 452 с. (+вклейка, 8 с.). – (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Neretin E. S., Dudkin S. O., Brusnikin P. M., Titov A. G. Design of onboard data server for the implementation as a part of onboard avionics equipment using concept of integrated modular avionics International Conference "High-tech and Innovations in Research and Manufacturing (HIRM-2019)" 6 May 2019, Krasnoyarsk, Russian Federation URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1353/1/012012 (дата обращения 06.02.2020).

3. Неретин Е. С., Дудкин С. О., Брусникин П. М. Разработка архитектуры бортовой системы технического обслуживания с применением концепции распределенной ИМА//11-й Всероссийский межотраслевой молодежный конкурс научно-технических работ и проектов «Молодежь и будущее авиации и космонавтики». Аннотации конкурсных работ. – М.: МАИ, 2019. – С. 158-159.

Методика поиска оптимального четырёхмерного маршрута для решения задачи 4-D навигации

Будков А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва
ASBudkov@gmail.com

Работа посвящена разработке методики поиска оптимального четырехмерного маршрута для решения задач при полётах по маршрутам 4-D навигации.

Одним из направлений развития аэронавигации в соответствии с глобальным аэронавигационным планом ИКАО [1] является повышение эффективности траекторий полёта. Также параллельно большое внимание уделяется интеграции всех видов полётной информации для получения наиболее точной модели траектории полёта, используемой наземными средствами автоматизации.

Чаще всего необходимость поиска оптимального четырехмерного маршрута возникает в процессе выполнения полётного задания в случаях изменения метеоусловий, появления конфликтных ситуаций и т. д. При этом в условиях жестких ограничений по времени прибытия необходимо иметь возможность оперативно оценить возможные стратегии решения.

При поиске оптимального четырехмерного маршрута [2] следует однозначно определить критерии оптимальности, по которым определяются допустимые стратегии в данном конкретном случае. Такими критериями для задачи 4-D навигации являются:

• Минимизация затрачиваемого топлива;
• Минимизация затрачиваемого времени;
• Минимизация задержки прибытия в заданную точку маршрута;
• Минимизация двух критериев: затрачиваемого топлива/времени.

Ввиду того, что исследуется четырёхмерная задача, а также определено четыре критерия оптимизации, задачу поиска оптимального четырехмерного маршрута следует разделить на три шага:

1. Определение трехмерной траектории полёта.
2. Определение скоростного профиля для выбранной на первом шаге трехмерной траектории.
3. Уточнение вертикального профиля по определённому на втором шаге скоростному профилю.

На шаге 1 фиксируется скоростной профиль и с применением методов теории графов вычисляется топливно-эффективная (минимизация затрачиваемого топлива) трехмерная траектория с учетом влияния ветра, наличия запретных для полёта зон/ зон сложных метеоусловий. Также необходимо обязательно учитывать лётно-технические характеристики воздушного судна, в особенности для формирования вертикального профиля полёта.

На шаге 2 для выбранной на шаге 1 трехмерной траектории полёта производится поиск различных скоростных профилей полёта, удовлетворяющих описанным выше критериям оптимизации. Таким образом, результатом шага 2 является минимум три скоростных профиля, так как по критерию минимизации задержки прибытия решения может не существовать.

На шаге 3 производится уточнение вертикального профиля, если в результате поиска трёхмерной траектории на шаге 1 есть участки набора/снижения, так как изменение скоростного профиля приводит к изменению геометрии этих участков.

Результатом работы является разработанная методика поиска оптимального четырехмерного маршрута, которая позволяет производить расчёт при планировании стратегии полёта по четырёхмерному маршруту для дальнейшего принятия решения [3]. Следует отметить, что точность расчёта параметров плана полёта непосредственно зависит от точности информации в базе данных лётно-технических характеристик воздушного судна и точности предоставленных метеоданных.

Список литературы:

1. Глобальный аэронавигационный план на 2016–2030 гг. Doc 9750-AN/963, изд. 5, Монреаль, ИКАО, 2016.

2. Дегтярев О. В. Методические и алгоритмические вопросы построения четырехмерных маршрутов магистральных самолётов // Изв. РАН. ТиСУ. 2006. № 5.

3. Будков А. С., Неретин Е. С. Архитектура системы поддержки принятия решения для решения задачи 4-D навигации // 18-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2019». 18-22 ноября 2019 года. Москва. Тезисы. – М.: Типография «Логотип», 2019. – С. 158.

Особенности моделирования многокаскадных нечетких модулей для систем управления электроприводами постоянного и переменного тока

Бузикаева А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черный С.П.
КнАГУ, Комсомольск-на-Амуре
epapu@knastu.ru

Общепринятые методики настройки систем автоматического регулирования с применением теории нечеткой логики дают хороший результат при реализации традиционных законов управления, например, ПИ- или ПИД-. Для развитых слабоструктурированных объектов управления необходима реализация законов регулирования с более сложным наполнением. Подобные задачи могут решаться с применением нейронных сетей, но наряду с их широким диапазоном возможностей, существует и ряд недостатков, которыми

сопровождается решение сложных, многофакторных и многокритериальных задач. Поэтому применение многокаскадных нечетких регуляторов для синтеза систем автоматического управления электроприводами постоянного и переменного тока является актуальным. Целесообразность внедрения технологии многокаскадных нечетких систем при реализации единого интеллектуального управляющего модуля для сложных систем электропривода позволит реализовывать систему управления для целого класса систем электроприводов, учитывая неполноту и противоречивость исходных данных, а также все особенности и взаимосвязи между координатами в сложном объекте регулирования.

В работе предлагается методика, основанная на технологии многокаскадного управления, которая позволяет существенно расширить возможности этого подхода и сократить трудоемкость при реализации систем управления, основанных на теории нечетких множеств. В качестве объектов регулирования используются модели двигателя постоянного и переменного тока. При моделировании интеллектуальной системы управления производится замена классического регулятора на нечеткий. В результате моделирования многокаскадной системы управления электроприводом постоянного тока с использованием многокаскадного нечеткого логического регулятора было показано, что полученная система обладает лучшим быстродействием и не худшими показателями, чем классическая система управления. Применение подобных интеллектуальных подходов позволяет повысить функциональность системы и сохранить основные показатели по качеству переходных характеристик. Сложность реализации интеллектуальной системы для электропривода переменного тока обусловлена наличием ряда существенных проблем, таких как, наличие достаточно большого количества контуров регулирования, а также высоким порядком объекта управления.

Главным отличием при настройке интеллектуальных регуляторов системы электропривода переменного тока от постоянного является изменение диапазона распределения функций принадлежности в блоке фаззификации. Такой подход позволяет повысить точность системы и при этом не усложняет её функционирование. Анализ результатов моделирования указывает на правомерность применения технологии многокаскадного нечеткого управления при реализации модели интеллектуальной системы управления электроприводами постоянного и переменного тока, учитывая все особенности, сложности и набор допущений при реализации математического описания.

Представленная методика моделирования многокаскадных систем управления позволяет повысить адаптивность, точность и гибкость при регулировании сложными технологическими объектами, при этом алгоритмическая нагрузка на сами процедуры управления увеличивается незначительно. Развитие технологии нечеткого многокаскадного управления позволит моделировать системы с достаточно широким набором элементов во внутреннем каскаде, реализующих целый набор разнородных и многокритериальных управленческих процедур для сложных объектов регулирования.

Автоматизированная система непрерывной интеграции кода

Васильков Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Терентьев М.Н.
МАИ, Москва
magnik96@yandex.ru

В век информационных технологий разработка программного обеспечения стала основоположником прогресса. Многообразие языков программирования позволяет создавать практически любые информационно-технические продукты. Создание информационно-технического продукта начинается с исходного кода, на одну лишь функцию будущего приложения может уйти несколько дней составления технического задания, спецификации и написания кода. Совместная разработка продукта путем написания кода влечет за собой множество факторов, влияющих на время разработки, корректность выполнения функций и отказоустойчивость в работе. В своей работе программист постоянно вносит изменения, как в свою часть кода, так и в часть кода другого разработчика. Масштабные IT проекты имеют

десятки, а порой и сотни новых строк кода ежедневно, который нужно где-то хранить, компилировать, проверять и дорабатывать. Более того, необходимо довести скомпилированное программное обеспечение до сервера, провести через несколько этапов тестирования, обеспечить доступность и отказоустойчивость в работе, и только после этого вывести к пользователю. Всему процессу необходима автоматизация, экономичность по времени и высокий уровень прозрачности.

Целью данной работы является автоматизация разработки программного обеспечения посредством непрерывного интегрирования исходного кода.

Непрерывная интеграция кода позволяет проводить автоматическую сборку, компиляцию исходного кода программного обеспечения, а также его модульное и функциональное тестирование. Система на основе данного подхода позволит не только вывести на новый уровень процесс разработки, но и автоматизировать процессы запуска скомпилированного программного обеспечения на серверах, как единичной, так и кластерной инфраструктуры.

Таким образом, система строится на следующих основных компонентах, а именно:

1. Хранилище кода – Bitbucket;
2. Система контроля версий ПО – GIT;
3. Система непрерывной интеграции кода – Bamboo;
4. Серверная архитектура – Docker.

Проведенное исследование и анализ программного обеспечения в сфере разработки, позволило подобрать необходимые технические решения, а интегрирование данных решений между собой, путем настройки и написания кода на скриптовом языке программирования, дает возможность реализовать систему автоматизированной разработки непрерывной интеграции кода.

Тренажер проверки блока Б8М-1

Гладышев А.П., Белозерский М.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Емельянов А.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
exellerc@mail.com

Разработанный тренажер предназначен для обучения в аудиторных условиях инженерно-технического состава предполётной подготовке блока неуправляемых авиационных ракет (НАР) Б8М-1 с визуализацией его внешнего вида и принципа действия.

Состав тренажера:

• Ноутбук (планшет) с программным обеспечением;

• Макет блока Б8М-1, имеющий съемный передний и задний обтекатель с лазерами и передатчиком;

• Имитация ручки управления самолётом (РУС);

• Имитация оптического прицела на треноге;

• Пристрелочная мишень;

• Макет транспортировочной тележки;

• Телевизор на стойке.

В данной комплектации тренажер позволяет обучать:

• Принципам холодной пристрелки блока Б8М-1;

• Проверке цепей стрельбы, с использованием имитации РУС и анимированного программным обеспечением (ПО) прибора наземной проверки (ПНП) в режимах пуска ракет с ручной и автоматической отсечкой;

• Контролю используемых точек подвески, вооружения, остатку боеприпасов, работы контрольно-измерительных приборов.

Диалоговое окно ПО представляет собой анимированные изображения панели тестирования, пульта индикации, имитации работы оптического прицела.

Нажатием на боевую кнопку имитации РУС или управляя анимированным ПНП, осуществляется имитация срабатывания цепей стрельбы НАР в соответствии со схемой пуска ракет, которая визуализируется в правой части панели тестирования.

Вмонтированные в обтекатель лазерные светодиоды имитируют стрельбу ракетами, проецируя изображение светового пятна на имитацию пристрелочной мишени.

Пульт индикации при этом показывает динамический расход боеприпасов применяемые точки подвески, используемый тип вооружения, а также показания контрольно-измерительных приборов системы электропитания.

Диалоговое окно имитации работы оптического прицела позволяет демонстрировать обучаемым принципы холодной пристрелки.

ПО тренажера может устанавливаться на ноутбук, компьютер или планшет, которые подсоединяются к макету блока НАР с использованием USB-провода (имитируя соединение реальных цепей стрельбы с разъемом блока) или по беспроводной линии связи.

Тренажер позволяет существенно снизить экономические затраты, уменьшить время обучения, улучшить качество и эффективность подготовки специалистов авиационного вооружения.

Проблемы автоматизации технологического процесса установки заклепок в авиастроении

Гончар В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ермолов И.Л.
МГТУ «СТАНКИН», Москва
goncharvictor@mail.ru

На данный момент авиастроение является одной из ведущих отраслей производства в Российской Федерации. Процесс формирования неразъемного соединения деталей при помощи заклепок является неотъемлемой частью сборки фюзеляжей летательных. В силу таких факторов, как высокая трудоемкость, большие временные затраты на обработку и использование в процессе обработки вредных для здоровья рабочего инструментов, актуальность автоматизации операции клепки крайне высока. В настоящий промежуток времени подготовка отверстий и установка заклепок в процессе сборке летательных аппаратов осуществляется по большей части вручную с использованием вспомогательного оборудования (ручные дрели, пневматические, электрические заклепочники и т.п.). Многие из известных методов автоматизации операции клепки (например, производственные ячейки на основе клепальных прессов или автоматов) не подходят для использования в авиастроении из-за криволинейной формы большинства соединяемых деталей. Применение промышленных роботов-манипуляторов, несущих технологическое оборудование (мотор-шпиндель с режущим инструментом, заклепочник, устройства нанесения герметика и т.д., а также инструментальные головки, сочетающие в себе несколько видов оборудования), позволяет осуществлять данную технологическую операцию по сложным траекториям за счет большого количества степеней подвижности. Целью работы является выявление проблем, которые возникают в процессе автоматизации операции клепки с использованием промышленных роботов для их последующего решения, ведущего к повышению эффективности формирования заклепочных швов.

В результате проведенного анализа были выделены следующие основные проблемы:

1. Проблема эргономики рабочей зоны промышленного робота, суть которой заключается в выделении тех участков, в которых обработка скрепляемых деталей резанием и установка заклепок будет происходить с максимальными показателями качества (точность, повторяемость);

2. Проблема коллаборации промышленных роботов при использовании двух манипуляторов, реализующих традиционную схему установки заклепки. Для проведения операции данным методом роботы с установленным на них оборудованием должны

действовать синхронно, обеспечивая перпендикулярность стержня заклепки и поддержки в ходе расклепывания крепежа.

Список литературы:

1. Козырев, Ю.Г. Применение промышленных роботов [Текст]: Учеб. пособие для вузов / Ю. Г. Козырев. — М.: КНОРУС, — 2013. — 448 с.

2. Лачинов Н. В. Клепка и чеканка стальных конструкций [Текст] / Н. В. Лачинов. - Москва: Высшая школа, 1974. — 168 с.

3. Лысенко Ю. Д. Механизация и автоматизация сборочно-клепальных работ на базе машин импульсного действия [Текст]: учеб. пособие / Ю. Д. Лысенко, В. А. Звягинцев. - Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм., ун-та, 2007. — 76 с.

4. Осинцев В. П К анализу экономического ущерба от вибрационной болезни [Текст] / В. П. Осинцев, Г. А. Бунуева, Б. А. Кацнельсон // Гигиена и санитария. — Москва: Медицина — 1976. — №10. — С. 15-18.

Развитие идей П.Л. Чебышева при создании нового движителя для лодки-амфибии

Жукова В.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лебедев В.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
viktoriajukova1@yandex.ru

Цель работы заключается в совершенствовании движителя для транспортного средства типа амфибия, то есть способного передвигаться как по суше, так и по воде. Для достижения цели работы было предложено рассмотреть возможность совмещения преимуществ шагающей машины П.Л. Чебышева с гребным механизмом, предложенным этим же автором. Изучены два способа совмещения.

Первый способ основан на двух лямбдаобразных механизмах П.Л. Чебышева. В гребном устройстве П.Л. Чебышева два лямбдаобразных механизма с общим ведущим кривошипом дополнены ещё двумя другими механизмами для обеспечения прямолинейного участка движения механических вёсел, когда те поочерёдно погружаются в воду. Прямолинейное движение вёсел в воде не является очень жёстким требованием. Отпадает необходимость в двух дополнительных спрямляющих движение механизмах, достаточно перевернуть сдвоенную на одном ведущем кривошипе пару лямбдаобразных механизмов П.Л. Чебышева. Собранный макет такой комбинации механизмов показал возможность лодки не только плавать, но и передвигаться по отмели. Если сдвоенную пару лямбдаобразных механизмов перевернуть, то непосредственно на концы шатунов можно установить вёсла-опоры, которые могут и грести по воде, и шагать по отмели. Если глубина водоёма большая, то вёсла на концах шатунов гребут по воде. На отмели эти же вёсла с опорами шагают по дну водоёма, пока лодка-амфибия не выйдет на «чистую» воду. Для предлагаемого нового движителя лодки-амфибии требуется, чтобы на пассивном прямолинейном участке траектории вёсла опоры полностью поднимались над водой. Это означает, что ватерлиния лодки-амфибии должна находиться немного ниже прямолинейного верхнего пассивного участка движения конца шатуна. Предлагаемый механизм позволяет жёстко закрепить весло на шатуне. Желательно иметь прямой угол атаки. Так как механизм перевёрнут по сравнению с аналогом, то получить поступательное движение весла в воде не получается. В этом отношении предлагаемый механизм проигрывает гребному механизму П.Л. Чебышева. Закономерен вопрос, сильно ли проигрывает? Гидродинамическое обоснование привода сводится к анализу движения весла-щитка в воде. Оказалось, что лямбдаобразный механизм П.Л. Чебышева обеспечивает прямой угол атаки только в одном положении, приблизительно на одной трети удаления от начала дуги. До этого угол атаки изменяется приблизительно от 88 градусов, а после этого положения – до 132 градусов. Зависимость угла атаки от положения рабочей точки шатуна на дуге траектории практически линейная. Для максимального выравнивания угла атаки надо установить вёсла под углом приблизительно 14 градусов неподвижно относительно шатунов,

тогда угол атаки будет изменяться более равномерно в диапазоне от 64 градусов до 116 градусов. Это означает, что поток воды, загребаемый вёслами, снизится не более чем на 10%, да и то в самом конце дуги траектории. Следовательно, нет смысла создавать дополнительные сложные механизмы для стабилизации прямого угла атаки весла, потому что увеличение площади поперечного сечения не превзойдёт 10%, да и то исключительно на конечных участках дуги рабочей траектории. В середине рабочей траектории угол атаки будет отличаться от прямого угла не более чем на 10%, поэтому потери в силе тяги от гребли вёслами будут ещё меньше, менее 3%. Для иллюстрации работоспособности технического предложения был изготовлен макет гребного механизма с одновременным приданием ему функции опор шагающего механизма.

Второй способ комбинированного движителя содержит не два, а большее число лямбдаобразных механизмов, работающих по роторной схеме. На такой механизм подана заявка на патент на изобретение [1] как на шагающее колесо. Но оказалось, что шагающее колесо обладает свойствами движителя амфибии, если на концы шатунов установить вёсла. Рабочим участком является дуга, а не прямолинейный отрезок, как в шагающем механизме. На дуге скорость весла увеличивается приблизительно в два раза, поэтому сила тяги возрастает в четыре раза. Вёсла можно сделать меньше для снижения ударных нагрузок.

Вывод. Предлагаемый движитель для лодки-амфибии с шагающим способом преодоления отмелей как в первом, так и во втором варианте, основан на новом применении известного гребного механизма П.Л. Чебышева с максимальным упрощением конструкции для повышения её надёжности. Областью применения предлагаемого транспортного средства с новым движителем являются водоёмы с отмелями.

Список литературы:

1. Жукова В.С. Шагающее колесо. Заявка на патент №2018504370 от 09.10.208 г.

Система фильтрации заведомо ложных сигналов на основе ИНС

Замахшариев Р.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Синявская Ю.А.
МАИ, Москва
zamakh01@ya.ru

Искусственная нейронная сеть (ИНС) — математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. Возникли в прошлом веке и получили своё аппаратное и программное воплощения. интерес к тематике утих в связи с отсутствие технологии производства электроники достаточной мобильности.

Задачи, для которых применяются ИНС:

– Визуализация
– Поиск частых шаблонов/ассоциативных связей
– Предсказание
– Классификация
– Кластеризация

Искусственный интеллект и машинное обучение в вооружении представляет только данные для обработки их человеком для дальнейшего принятия им решения. Скорость принятия решения вычислительным устройством выше человеческой. Такое применение оправдано высокими требованиями к отказоустойчивости и точности отработки команд.

Задача, которая сводится поиску шаблонов и прогнозированию вида сигнатуры - это задача фильтрации ложных сигнатур и ловушек по косвенным признакам поведения цели и ракеты. Поиск шаблонов и прогнозирование вида сигнатуры - задачи, к которым сводится задача фильтрации

Для тестирования и обучения в среде Processing создаются испытательные следы сигнатур с разными приёмами уклонения от ракеты, выбираются эталонные требуемые к началу и

концу полёта, которые нейронная сеть должна выдать после слежения за сигнатурой в ограниченной области

Предложенная система, по ожиданиям:

– уменьшит массогабаритные характеристики системы фильтрации сигнала

– уменьшит зависимость всего изделия от оператора

Данная нейроннаясеть на текущий момент будет анализировать только сигналы с системы наведения, не учитывая оттработку рулей системы управления

Методика реконфигурации комплекса бортового оборудования на базе концепции распределённой интегрированной модульной авионики

Иванов А.С., Зуб В.П., Воронцов Т.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва
Andrew220@mail.ru

Современные комплексы бортового радиоэлектронного оборудования разрабатываются с применением концепции интегрированной модульной авионики, основу которой составляют единая вычислительная платформа и открытая сетевая архитектура. При данном подходе функции самолётных систем выделяются в логические разделы – функциональное программное обеспечение, которое располагается в одном или нескольких унифицированных в плане конструктивного исполнения физических модулях, располагаемых в общем корпусе. При применении распределённой интегрированной модульной авионики появляется возможность выносить модули из крейта и располагать их в местах концентрации датчиков и агрегатов бортового оборудования, что значительно сокращает массу кабельной сети, повышает помехозащищённость передаваемой информации и увеличивает надёжность работы комплекса в целом [1, 2].

Повышение сложности современных самолётных систем обуславливает необходимость разработки новых методов обеспечения их надёжности, помимо резервирования и разнородности. Одним из таких методов является реконфигурация. На данный момент этот метод повышения отказобезопасности в гражданской авиации не применяется, хотя имеет большие перспективы, так как может давать значительную выгоду. Например, появляется возможность уменьшить объем аппаратного резервирования, что приведёт к уменьшению веса конструкции, а соответственно к повышению топливной эффективности. Также появляются выгоды при эксплуатации воздушного судна. Например, при отказе какого-либо модуля, выполняющего критичную функцию, самолёт не допускается к полёту. В случае возникновения данной ситуации не в основном аэропорту авиакомпании, эксплуатант терпит большие убытки. Реконфигурация позволит перераспределить нормально функционирующие аппаратные ресурсы под выполнение функций, необходимых для допуска к полёту, и ремонт судна может быть выполнен по прилёту в аэропорт базирования. Таким образом, задача разработки методов реконфигурации является актуальной [3].

В данной работе рассматриваются проблемы мониторинга состояния модулей, обеспечения их синхронизации при реконфигурации и процесс её выполнения. В результате работы предложена архитектура вычислительной платформы и комплекса в целом с учётом обеспечения функции реконфигурации, а также алгоритм её выполнения.

Список литературы:

1. Поляков В. Б., Неретин Е. С., Иванов А. С., Будков А. С., Дяченко С. А., Дудкин С. О. Архитектура перспективных комплексов управления бортовым оборудованием // Труды МАИ. – №100. – 2018. – Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=93459 – 11.11.2019.

2. Федосов Е. А., Косьянчук В. В., Сельвесюк Н. И. Интегрированная модульная авионика // Радиоэлектронные технологии – 2015. – № 1. – 66-71 с.: ил.

3. Дегтярев А. Р., Киселев С. К. Алгоритм аппаратной реконфигурации в многопроцессорных комплексах интегрированной модульной авионики // Известия высших учебных заведений. авиационная техника– №1 – 2017 – С. 110-115.

Процедура проведения испытаний с применением комплекса автоматизированной верификации систем индикации и сигнализации объектов гражданской авиационной техники

Ильяшенко Д.М., Мамкин Е.М., Крыцин А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва
elesh_2@mail.ru

Вопрос верификации встроенного программного обеспечения (ПО) бортовых самолётных систем является одним из ключевых при разработке современных воздушных судов гражданского назначения. На сегодняшний день объёмы загружаемого на борт программного кода настолько велики, что провести его полное тестирование не представляется возможным. С целью обеспечения безопасности на процедуру разработки ПО накладываются определённые ограничения, регламентированные требованиями соответствующей нормативной документации (в частности, DO-178C / ED-12C / КТ-178С), выполнение которых подразумевает надёжность кода с установленной долей вероятности. Однако даже подобные меры не гарантируют безошибочную работу ПО, что подтверждает статистика авиационных происшествий.

В частности, трагедии с самолётами Boeing 737 MAX в октябре 2018 возле Джакарты и в марте 2019 годов около Аддис-Абебы вызваны ошибкой в бортовом ПО системы улучшения характеристик манёвренности. Результаты расследования данных катастроф показали, что некорректная работа датчика угла атаки в обоих случаях привела к формированию указанной системой команд на пикирование воздушного судна. Данных происшествий возможно было избежать в случае проведения детального тестирования указанной системы при разработке и сертификации самолёта.

Данные примеры не единственны, поэтому вопрос верификации встроенного бортового ПО является весьма актуальным, особенно для систем высокой критичности, отказ которых может привести к катастрофическим последствиям. К их числу, в частности, относятся системы индикации и сигнализации экипажа.

Цель работы состоит в разработке процедуры проведения испытаний с применением комплекса автоматизированной верификации систем индикации и сигнализации для современных и перспективных гражданских самолётов транспортной категории (МС-21, CR-929 и др.).

Для достижения указанной цели поставлены и решены следующие задачи:

1) анализ существующих решений в области автоматизации верификации ПО;
2) разработка архитектуры комплекса автоматизации верификации указанных систем;
3) разработка методики проведения испытаний с применением предложенного средства.

К числу основных представленных на рынке компаний, деятельность которых связана с автоматизацией верификации ПО, относятся: ООО «АВИАОК» (Россия), ScienceSoft (США), ФГУП «ГосНИИАС» (Россия), A1QA (США), ООО «ЛАБС» (Россия), Kualitatem (США), TestingXperts (Великобритания), BugRaptors (Индия), АО «УКБП» (Россия) и др.

Анализ открытых источников показал, что указанные предприятия предоставляют средства верификации ПО на уровне комплектующего изделия. При этом, подобные решения для системного уровня или отсутствуют, или не введены в опытную эксплуатацию.

Кроме того, особенностью верификации систем индикации и сигнализации является необходимость контролировать не только поток входных и выходных параметров в кодовых линиях связи, но и выполнять визуальную и звуковую оценку формируемой информации. Для этого требуется предусмотреть специальные средства проведения данного рода тестов.

В состав предложенного комплекса автоматизации верификации систем индикации и сигнализации входят:

- Стенд проведения испытаний;
- Камера, фиксирующая формируемую системой индикации графическую информацию;
- Микрофон, предназначенный для записи звуковых предупреждений от системы сигнализации;

• Рабочее место оператора, включающее персональный компьютер с установленным ПО по обработке данных от камеры и микрофона и генерирования результатов испытаний.

Принцип работы комплекса состоит в следующем. Перед проведением испытаний верификатором осуществляется настройка оборудования и определяются матрицы ожидаемых результатов (элементы форматов индикации, отображаемых на дисплеях, и звуковые предупреждения, выводимые посредством громкоговорителей). Далее задаются значения соответствующих параметров для их формирования. После камера и микрофон автоматически фиксируют полученные на стенде результаты, которые поступают на вход ПО, установленного на компьютере оператора. Далее ПО осуществляет обработку полученных результатов, их сравнение с ожидаемыми и генерацию отчёта по итогам тестирования.

Методика тестирования с использованием описанного комплекса состоит из нижеприведённых шагов:

1) настройка оборудования;
2) ввод ожидаемых результатов;
3) ввод соответствующих параметров для отображения элементов форматов индикации или формирования звуковых предупреждений;
4) обработка данных от камеры / микрофона;
5) формирование результатов испытаний.

Разработанная процедура испытаний с применением описанного комплекса автоматизированной верификации систем индикации и сигнализации позволяет существенно сократить время верификации указанного бортового оборудования и повысить качество тестирования, что положительно влияет на уровень безопасности авиационной техники.

Анализ применение систем технического зрения для авиационной техники гражданского назначения

Казаков С.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва
kira.winter@bk.ru

Стремительное развитие и повсеместное внедрение систем технического зрения становится востребованным и для гражданской авиации. На сегодняшний день одним из основных направлений развития гражданской авиации является повышение уровня безопасности пассажирских перевозок. Авиационные системы, основанные на техническом зрении, решают эту задачу путем повышения уровня ситуационной осведомлённости пилота на различных этапах полёта и при условиях пониженной видимости.

Существует ряд актуальных направлений разработок авиационных систем технического видения: системы улучшенного видения (EVS), системы синтетического видения (SVS), системы распознавания объектов и другие.

Примером использования систем технического зрения на борту гражданского самолёта – система индикации на лобовом стекле (ИЛС), которая сочетает в себе системы SVS и EVS. ИЛС активно используется не только в военной авиации, но и в гражданской (МС-21, Boeing 787 и др.) и отвечает требованиям по безопасности и надежности. Программное обеспечение ИЛС функционирует под управлением операционной системы реального времени, поддерживающее стандарт А653 для ИМА.

Так же введутся разработки в области авиационных систем, использующих технологию распознавание образов. Система автоматической посадки, представленная исследователями из Мюнхенского университета, осуществляет контроль посадки путем идентификации и захвата ВПП. Авиационные системы основанные на данной технологии, используются для анализа текущей забортовой обстановки.

В рамках данной работы, проведен анализ возможности применения систем, основанных на техническом зрении, на борту летательного аппарата и исследованы основные проблемы реализации.

Разработка наземного комплекса для осуществления безопасных взлёта и посадки летательного аппарата в приаэродромной зоне

Качалина М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов К.М.
МАИ, Москва
Afalinasmail@mail.ru

Состояние безопасности полётов — основной показатель оценки качества авиационных компаний. По данным международной организации гражданской авиации (ИКАО) каждый год происходит более тысячи столкновений самолётов с птицами, при этом большая их часть возникает при взлёте (40-52%) и посадке (48-57%). Только в России, по данным Росавиации, за 2017 год произошло 926 случаев, а в 2018 году за 11 месяцев — 930 таких столкновений. Поэтому в последнее время проблема столкновения птиц с самолётами в приаэродромной зоне не теряет своей актуальности. Наиболее уязвима зона аэропортов в радиусе пятнадцати километров от взлётно-посадочной полосы. Несмотря на то, что в аэропортах создаются специальные орнитологические службы для минимизации подобных аварийных ситуаций, статистика гласит, что количество таких случаев, наоборот, стремится к увеличению. В связи с этим создание новых систем безопасности на сегодняшний день является актуальным.

Столкновение лайнера с птицами влечёт за собой повреждения воздушного судна, в следствие чего возникает угроза жизни экипажа и пассажиров. При этом наибольшую опасность представляет попадание птиц в двигатели, так как в некоторых случаях это может вызвать отказ работы силовой установки, а также в лобовое стекло кабины пилота, что влечёт за собой получение травм экипажем и потерю управления самолётом.

Решить данную проблему способен мобильный наземный комплекс, состоящий из группы роботов, который будет осуществлять необходимые действия по обеспечению безопасности взлёта и посадки самолёта в приаэродромной зоне по всему периметру. Подобный робот включает в себя следующие элементы:

1) Мобильная платформа, оснащённая колёсной или гусеничной ходовой частью.
2) Источник питания.
3) Управляющий контроллер.
4) Навигационное оборудование, передающее оператору координаты для дальнейшего анализа появления птиц на данном участке.
5) Видеооборудование с гиростабилизированной платформой, реагирующее на приближающийся объект и выполняющее его распознавание для принятия необходимых мер безопасности.
6) Устройство, воспроизводящее шумовые эффекты, отпугивающие птиц.
7) Инфракрасный датчик для определения наличия птицы в воздушном пространстве.
8) Ультразвуковой дальномер для ориентирования на заданном участке.
9) Приводные механизмы.

Мобильный наземный комплекс может быть дополнен некоторыми модулями, например, системой быстрого реагирования на появление в зоне аэропорта неидентифицированного беспилотного летательного аппарата или других объектов, которых не должно быть в защищаемой территории аэродромов. Также возможно техническое развитие, состоящее в том, что данный комплекс сможет передвигаться по специальной канатной дороге, расположенной на заданной безопасной высоте.

Применение алгоритма Ли в искусственном интеллекте для поиска оптимального пути на примере выполнения боевой задачи

Корыткин Н.Г., Корыткин П.Г.
Филиал «Стрела» МАИ, Жуковский
korytkinn@gmail.com

В двадцать первом веке остро стоит проблема разработки и внедрения беспилотных систем, управляемых автоматически, например, таких как беспилотный летательный аппарат, беспилотный танк, беспилотный автомобиль и других.

Для решения этой задачи в работе предложен и исследован алгоритм Ли – алгоритм поиска кратчайшего пути.

В рамках этой работы был разработан программный комплекс «Танковая Война» (комплекс может быть применен и для летательных аппаратов) для проведения экспериментов и сбора данных. Пусть для определённости, искусственный интеллект управляет танком. Во время эксперимента генерируется случайная карта лабиринта, с заранее заданными параметрами его ширины и длины, в формате, удобном для работы алгоритма Ли.

После того, как алгоритм отработал и маршрут построен - точки пути на дискретном рабочем поле преобразуются в точки на карте лабиринта.

Берутся две ближайшие точки пути и вычисляется вектор направления маршрута из ближайшей точки к следующей за ней точкой.

Затем берётся вектор направления танка и вычисляется угол между данным вектором и вектором направления маршрута.

На основании этого угла танк поворачивается влево или вправо.

Танк, выровнявшись в направлении маршрута, начинает двигаться вперёд.

Пройденные точки маршрута удаляются из списка точек пути.

Несколько раз в секунду выполняется пересчёт маршрута танка, для сохранения актуальности данных маршрута.

Также, несколько раз в секунду, искусственный интеллект нашего танка проверяет попадание противника в область (направление) стрельбы.

В случае наличия в данной области противника - наш танк выполняет выстрел (из танковой пушки или пулемёта) и покидает данную зону на время перезарядки орудия.

Были получены новые результаты - способ ориентации и движения танка, на основании данных построенного маршрута, полученных с помощью алгоритма Ли.

Система обнаружения и поражения противника, при наличии противника в области стрельбы.

Эффективность программной реализации ориентации, движения танка, системы обнаружения и поражения противника – была проверена на таких платформах как ПК и смартфоны. Проведённые эксперименты на смартфонах, при выполнении программного комплекса «Танковая Война», подтвердили эффективность предложенных способов программной реализации.

Математическое моделирование газодинамического привода ЛА с диаметральной лопастной машиной и управляющим электродвигателем

Кутейникова Е.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Самсонович С.Л.
МАИ, Москва
e.kuteynikova@gmail.com

Газодинамический привод летательного аппарата (ЛА) с диаметральной лопастной машиной и управляющим электродвигателем представляет собой расположенный в неподвижном оперении аэродинамической поверхности исполнительный механизм, состоящий из воздухозаборника, канала сброса воздуха и воздухопровода, в котором рабочее

колесо, представляющее собой лопастную машину, жестко связано с электродвигателем и расположено таким образом, что его продольная ось перпендикулярна набегающему потоку [1]. Работает привод следующим образом: набегающий на ЛА встречный поток воздуха поступает через камеру воздухозаборника и рабочее колесо, в полость газоструйного органа управления, образуя на выходе канала сброса воздуха вектор тяги R. Вектор тяги, направленный перпендикулярно продольной оси ЛА, формирует момент в плоскости управления относительно оси, проходящей через центр масс ЛА. С помощью электродвигателя можно увеличивать скорость вращения рабочего колеса или наоборот тормозить его и тем самым регулировать вектор тяги.

Подобные конструкции встречаются в ряде патентов и являются объектами изучения исследовательских работ [1-3]. Но во всех исследовательских работах предложенная конструкция рассматривалась только с точки зрения аэродинамики, а не как исполнительный механизм привода ЛА. Поэтому, построение математической модели газодинамического привода с диаметральной лопастной машиной и управляющим электродвигателем является актуальной задачей.

Математическая модель строилась при ряде допущений: поток стационарен и изотермичен, трением в каналах и на лопатках было решено пренебречь. Сама модель базируется на следующих уравнениях: неразрывности потока; описывающих работу электродвигателя; баланса моментов на валу электродвигателя.

На первом этапе математического моделирования исследовались процессы формирования тяги в одной ветви привода, которые являются базовой в построении всего контура управления. Подобный подход вместе с тем упрощает процесс отладки. Проблема верификации решалась путем сравнения результатов математического и численного моделирования, а также результатов продувки диаметральных вентиляторов из известных источников. С учетом упрощений, принятых в модели, было решено считать допустимыми отклонения до 20%.

На втором этапе исследовалась одновременная работа двух каналов, для чего отдельно был создан блок, упрощенно описывающий управление контуром привода, в зависимости от скорости набегающего потока.

Полученные результаты подтверждают работоспособность предложенного газодинамического привода. Получены статические и динамические характеристики ГДП в исследуемом диапазоне скорости набегающего потока.

Список литературы:

1. Самсонович С.Л., Фимушкин В.С., Никаноров Б.А., Кутейникова Е.Н. и др. Патент РФ №2634609. Способ управления беспилотным летательным. аппаратом, и блок рулевых приводов для его осуществления. Опубл. 01.11.2017 г.

2. Hancock, J. (1980). Test of a high efficiency transverse fan. 16th Joint Propulsion Conference.

3. Самсонович С.Л., Лалабеков В.И, Кутейникова Е.Н. Построение газодинамического привода, использующего кинетическую энергию набегающего потока. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016.№ 12-4, с. 61-70

Получение информации о поверхности движения автономным мобильным роботом

Лапин Б.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ермолов И.Л.
МГТУ «СТАНКИН», Москва
mail@borislap.ru

Успешность решения задач навигации, планирования траекторий и управления движением робота на местности в условиях неоднородной труднопроходимой опорной поверхности, плохой видимости и других особенностях естественной среды во многом обусловлена степенью детализации и достоверностью математических моделей окружающий среды.

Особой проблемой при создании таких моделей, является идентификация опорной поверхности. Эта проблема, в первую очередь, связана с разнородностью структур грунтовых оснований, при этом основным фактором, осложняющим разработку и внедрение математических моделей в бортовых системах управления автономных РТК, является ограниченность их ресурсов, как вычислительных, так и энергетических.

В работе предложен новый подход, позволяющий определять характеристики опорного основания автономным наземным РТК и который не требует установки дополнительных специализированных устройств, таких как бевраметр или пенетрометр.

Суть подхода заключается в комплексировании информации с бортовой системы технического зрения (СТЗ) с информацией об усилиях в приводах шасси, а также с информацией о положении РТК в пространстве [1]. СТЗ используется для решения задачи кластеризации окружающей робота поверхности по цвету, текстуре и дисперсии перепадов высот. Информация об усилиях в приводах и положении РТК используется для косвенной оценки сцепных свойств опорной поверхности. Оценка сцепных свойств распространяется на текущую поверхность, границы которой определены с помощью кластеризации. Далее, в процессе движения РТК, для каждой из поверхностей устанавливается соответствующая оценка сцепных свойств грунта для последующего учёта системой управления робота. Таким образом, система обладает свойствами самообучения.

Данные о характеристиках опорного основания позволяют более эффективно решать задачу движения робота, выполнять более подробное картографирование, корректировать модель расчета одометрии и повысить качество планирования движения РТК.

Список литературы:

1. Lapin B.S., Ermolov I.L., Sobolnikov S.A. The simply integrated approach for surface parameters detection by UGV. Extreme Robotics. 2019. Т. 1. № 1. С. 137-144.

Устройства для измерения рельефа местности

Марданшин Д.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Данилаев Д.П.
КНИТУ-КАИ, Казань
dik.tat1234@mail.ru

Проблема измерения рельефа местности связана не только с геодезическими исследованиями, но имеет и целый ряд прикладных значений. Например, при проведении спортивных мероприятий, лыжных гонок для правильного выбора спортивных снарядов и снаряжении, для определения тактики ведения состязаний важно знать точно рельеф данного участка местности. Значение имеет протяженность спусков и подъемов, их крутизна (углы наклона и подъема), протяженность трассы, протяженность поворотов и т.д.

Для измерения рельефа местности в спортивных задачах можно использовать несколько подходов. Например, методы геодезических исследований. Однако длительность и затратность их проведения оказывается не оправданной. Вторая группа методов – измерения с помощью спутниковых систем навигации: GSM, ГЛОНАСС и др. Пример – использование GSM-трекеров. В условиях лесистой и пересеченной местности, получаемая точность измерений оказывается ограниченной, а результаты измерений не удовлетворяют потребности спортсменов, их тренеров и команд. В этой связи актуальны также другие методы и подходы, в том числе радиотехнические.

Использование радиотехнического оборудования позволяет создать относительно дешевое устройство, позволяющее регистрировать параметры рельефа, при прохождении трассы. Более того, данное устройство может оказаться многофункциональным, поскольку также может обеспечить регистрацию скорости, ускорения спортсмена на трассе, время его прохождения и т.п.

В данном докладе рассматриваются структура, схема построения такого устройства. Обоснован выбор отдельных структурных элементов, радиотехнических модулей и датчиков. Рассмотрено влияние параметров этих модулей на характеристики всего устройства.

Таким образом, показана принципиальная возможность создания автономного радиотехнического устройства для измерения рельефа местности.

Использование теории нечетких множеств на этапе выбора оборудования в технологической подготовке производства

Мусина Д.А.
Научный руководитель — Ахмадиев А.И.
АФ КНИТУ-КАИ, Альметьевск
dinara_150498@mail.ru

Условие неопределенности в задачах оптимизации является распространенной проблемой. На практике для её решения обычно рассматривают аппарат теории вероятности. Однако не всегда с помощью данной теории можно достичь благоприятного варианта решения. Теория вероятности имеет смысл лишь в случае более общих видов проблем, и имеет недостатки в узких, требующих определенного исхода ситуациях. Если обычно в вопросе выбора оборудования для обработки определенного материала для технолога предоставляется огромный объем теоритического материала и требуется подробное изучение справочной литературы, то с помощью теории нечетких чисел время на поиск решения и выбора удастся значительно сократить.

Гибкость оценки показателей поможет эксперту в оценивании. Например, при ответе на вопрос, каким будет оптимальное оборудование для обработки того или иного материала, следует рассмотреть наиболее общие характеристики этого станка и материала от которых напрямую зависит способность качественной обработки. В данной статье рассмотрена зависимость мощности оборудования от твердости обрабатываемого материала. В первую очередь взаимосвязь этих параметров влияет на процесс обработки и на качество поверхности готовой детали.

Мощность является важнейшей характеристикой в выборе оборудования. От серии станков зависит возможность обрабатывания материалов из различных материалов.

Следующий параметр, влияющий на выбор станка, твердость материала. В зависимости от вида материала варьируется и твердость. Для более жестких материалов требуется оборудование большей мощности. Для обработки более мягких материалов не следует использовать оборудование высокой мощности.

Все эти данные содержатся в справочниках и конструкторских учебниках. На практике при выборе довольно редких материалов технолог вынужден сравнивать данные сразу нескольких источников. Выбрав несколько оптимальных вариантов, возникает задача в выборе наиболее подходящего значения.

Прибегнув в этом случае к теории нечетких множеств, возникают две задачи:

1. Получение оценок и значений в виде нечетких единиц;
2. Создание оптимального варианта в виде нечетких чисел.

Гибкость теории нечетких чисел является эффективным средством в решении многих задач. Переход от нечетких чисел к обычным, происходит довольно быстро, обычно путем ранжирования значений задачи математического программирования.

Для того чтобы облегчить и автоматизировать выбор технологической системы, сведем эти данные в единую систему.

Так, на основе данной теории процесс выбора технологической системы становится намного легче. Все необходимые данные уже находятся в системе. Нет необходимости в поиске их со справочной литературы. В условиях подбора этих значений безусловно потребуется проанализировать всевозможные данные и разделить их на группы, для того чтобы в дальнейшем уже сформировать конечный вид данной системы.

Значения должны показывать вероятность обработки материала на станке, где значения близкие к единице указывают на то, что процесс обработки возможен.

Все нечеткие числа зависят друг от друга. Это определяет то, что переход от одной оценки к другой происходит постепенно без разрыва связи. Результатом оценки показателей является число в промежутке от 0-1 являющееся в свою очередь нечетким.

Следует отметить, что в данной статье рассмотрены лишь два параметра влияющие на выбор оборудования. В реальности же ситуация намного сложнее. Появляются так же другие характеристики. Ещё одним немаловажным фактором является развитие науки и техники. Оборудование нового поколения так же несет новые параметры и значения.

Внедрение теории нечетких множеств в реальное производство откроет новые возможности и методы решения различных задач. Теория предоставляет возможность работать даже в тех случаях, когда информации для применения статистического метода недостаточно.

Таким образом, применение правил нечеткой логики для процесса выбора металлообрабатывающего оборудования позволит решить данную задачу в автоматическом режиме, с применением средств вычислительной техники.

Роботизированное грузозахватное устройство

Никитин Д.А.
Научный руководитель — к.г.н Кулаков С.Ю.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
19naaaa@mail.ru

Успешное авиационно-техническое обеспечение не возможно без развитой современной логистической сети, предназначенной для снабжения подразделений и частей необходимыми материальными ценностями (МЦ). Важнейшим её элементом является склад, представляющий собой сложный объект, как с технической, так и с управленческой точки зрения [1].

Преобразование потока МЦ на складах подразделений и воинских частей должно выполняться с наибольшей производительностью и экономической эффективностью. Проблемы, связанные с эффективностью функционирования складов, оказывают значительное влияние на оптимизацию движения материальных потоков в логистической цепи и, в конечном итоге, на полноту и качество авиационно-технического обеспечения [2].

Исходя из этого штатно-табельные средства механизации, придаваемые складам, не всегда удовлетворяют заданным требованиям в силу таких причин как: широкая номенклатура МЦ, большое количество типоразмеров транспортной тары, сезонность поступления и спроса. В этой связи одной из основных задач руководящего состава складов является работа по постоянному расширению комплексного использования механизмов с помощью внедрения предложений рационализаторов, изобретателей и передового опыта по многоцелевому использованию механизмов [3].

Наиболее перспективным направлением совершенствования средств механизации складских работ является разработка универсальных грузозахватных устройств (ГЗУ) позволяющих осуществлять работу с широкой номенклатурой штучных грузов [4]. В современных условиях массовость и непрерывность внутрискладских операций, осуществляемых средствами механизации, может быть обеспечена за счет синтеза многофункциональных механических устройств и управление ими с помощью встраиваемых управляющих систем реального времени [5].

Указанный технический результат достигается тем, что в известном устройстве для застропки и отстропки штучных грузов монтируемое на грузовой обойме грузоподъемного механизма [6] дополнительно введены тензодатчики, размещённые на внутренней стенке основания клещей, тактильный датчик касания, размещённый на внешней стенке виловых захватов, датчик расстояния до объекта, датчик позиционирования ГЗУ, датчик распознавания объекта, размещённые в нижней части винта, выходной канал которых соединен со входами программируемого блока управления, управляющие выходы программируемого блока управления соединены со входами электромагнитного реле замыкающего электрическую

цепь на электропривод захвата, электропривод поворота захватных устройств и электромеханического привода.

В известном устройстве для застропки и отстропки штучных грузов сжатие груза происходит следующим образом. Оператор включает электропривод, приводящий в движение винт, который сообщает поступательное движение гайке. Гайка, перемещаясь вниз, верхним кольцом сжимает нижнюю пружину и постепенно разгружает верхнюю пружину от предварительной затяжки. В этот период клещи закрываются, обжимая фрикционными захватами груз. Возрастание силы сжатия происходит до момента отключения электропривода оператором. Оператор принимает решение на отключение электропривода визуально, что не позволяет оценить силы сжатия груза фрикционными захватами.

Разработанное универсальное роботизированное грузозахватное устройство работает следующим образом.

Оператор устанавливает режимы работы устройства в программируемом блоке управления. Устройство размещается на грузоподъемном механизме, после чего при его подносе к объекту датчик распознавания объекта считывает информацию со штрих кода объекта и передает информацию на программируемый блок управления. Программируемый блок управления, в зависимости от полученного сигнала, подает управляющие сигналы на блок контроля работы ГЗУ, электромеханический привод и электропривод поворота захватных устройств. Электромеханический привод изменяет габаритные размеры ГЗУ, а электропривод поворота захватных устройств устанавливает в рабочее положение соответствующий распознанному объекту захватный орган.

Таким образом, разработанное универсальное роботизированное грузозахватное устройство позволит автоматизировать процесс распознавания объекта захвата, выбора геометрических размеров устройства, исходя из типоразмеров распознанного объекта, центрирования ГЗУ над объектом, выбора захватных органов и способно осуществлять автоматический захват объекта.

Исследование влияния геометрии окон золотникового гидрораспределителя на динамическую чувствительность электрогидравлического рулевого привода

Оболенский В.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Самсонович С.Л.
МАИ, Москва
livervova94@gmail.com

На современных маневренных самолётах вследствие перехода к малоустойчивым и неустойчивым аэродинамическим компоновкам системы дистанционного управления практически полностью вытеснили традиционную механическую проводку. Электрогидравлические рулевые приводы дроссельного регулирования сменили гидромеханические усилители (бустеры).

Одной из основных проблем при создании комплексных систем управления, аэродинамически неустойчивыми маневренными самолётами является проблема обеспечения устойчивости контура управления в «малом», то есть отсутствие автоколебаний на режимах точного пилотирования (посадки, дозаправки топливом в воздухе, прицеливания). Что, в свою очередь, предъявляет достаточно жесткие требования к динамической чувствительности электрогидравлического рулевого привода дроссельного регулирования, то есть способности к отработке малых сигналов управления (менее 0,1-0,2% от максимального управляющего сигнала).

Золотниковый гидрораспределитель управляющий посредством распределения рабочей жидкости в отсеки гидроцилиндра, обеспечивающий отклонение рулевой поверхности самолёта, представляет собой управляемый дроссель, расход которого определяет степень открытия дросселирующего окна.

В данной работе рассматривается влияние различных геометрических форм дросселирующего окна на статические и динамические характеристики рулевого привода и, в конечном счёте, на его динамическую чувствительность. Исследование производится с помощью средств математического моделирования Matlab Simulink на ранее отработанной модели электрогидравлического рулевого привода.

Возможность применения искусственных нейронных сетей для оптимизации выбора задержки подрыва

Обручев И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Оркин Б.Д.
МАИ, Москва
eviltaradon@yandex.ru

Одной из актуальных проблем повышения эффективности боевого применения управляемого зенитного оружия является оптимизация временной задержки подрыва боевой части снаряда. Исследованиями в данной области занимались российские ученые, такие как Егоренков Л., Платонов Н., Левицкий Л, Пересыпко Ю. Из зарубежных исследователей стоит выделить Р. О'Кифи, С. Кента и Г. Нгуена. Основным подходом определение оптимальной задержки в настоящее время является задание закона поражения цели в зависимости от времени задержки и интерполирование значений задержки в зависимости от условий встречи.

Однако, известно, что при интерполировании многомерных зависимостей высокой эффективностью обладают искусственные нейронные сети (ИНС).

В работе исследован метод оптимизации задержки подрыва, основанный на использовании такого типа регрессивной ИНС, как персептрон (Розенблатт, 1957). Рассмотренная нейронная сеть состоит из одного входного слоя, двух скрытых слоев по 16 нейронов, и одного выходного слоя из 1 нейрона. Активационной функцией выбрана модифицированная сигмоидная. Обучение сети происходит методом обратного распространения ошибки. Формирование набора обучающих данных и обучение нейронной сети реализуется на той информации, которую возможно получить из аппаратуры боевой машины. Такими данными являются тип цели, скорость сближения, статистические характеристики комплекса, углы подхода снаряда к цели, рассчитанные заранее временные задержки и соответствующие этим данным вероятности поражения целей, подтвержденные лабораторными или экспериментальными путями. Результат работы нейронной сети в виде вероятности поражения цели в конкретной точке зоны поражения и оптимальной задержки подрыва выводится на экран оператора боевой машины.

Тестовая выборка составлена теоретически на основании математических моделей изделия. Среднеквадратическая ошибка нейронной сети - 0.01.

Для проверки полученных значений вводились условия встречи ЗУР с целью и требуемая вероятность поражения, нейронной сетью генерировалась некоторая задержка подрыва. Полученные результаты сопоставлены с результатами расчетов по уже известной методике, подтверждена точность полученных значений. Результаты представляют интерес для дальнейшего исследования.

Определение коэффициента неравномерности распределения нагрузки в шарико-винтовой передаче с сепаратором

Подшибнев В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Самсонович С.Л.
МАИ, Москва
podshibneff@mail.ru

Известна шарика-винтовая передача [1], у которой гайка выполнена в виде сепаратора с цилиндрическими отверстиями, расположенными по винтовой линии, и цилиндрической втулки. Расположение каждого шарика в отдельном гнезде позволяет исключить возможность смятия шариков в процессе движения при ударной нагрузке, что ведет к увеличению

надежности данного механизма. А отсутствие в конструкции гайки с внутренней резьбой и каналом рециркуляции обуславливает низкую стоимость изготовления механизма.

Однако, вопросы связанные с определением грузоподъемности шарико-винтовой передачи с сепаратором требует отдельного рассмотрения. Известно, что в любых винтовых передачах нагрузка между витками воспринимается неравномерно, а коэффициент неравномерности зависит от параметров зацепления [2].

Для определения коэффициента неравномерности распределения нагрузки в шарико-винтовой передаче с сепаратором составлена эквивалентная модель двухзвенного механизма с многопарным зацеплением, учитывающая геометрическую форму контактирующих поверхностей и расстояние между точками контакта, определяющееся шагом винтовой линии и шириной перемычки сепаратора между соседними шариками.

Выявлено, что наличие сепаратора приводит к уменьшению числа шариков в одном витке, а, следовательно, и к увеличению нагрузки, воспринимаемой каждым из шариков. При ширине перемычки равной 0,3 от диаметра шарика доля нагрузки, воспринимаемой первым витком, составляет 60%. При отсутствии перемычек, доля нагрузки воспринимаемой первым витком составляет до 35%, что соответствует результатам эксперимента, известного из работы [3]. Полученные результаты свидетельствуют о том, что коэффициент неравномерности нагрузки в шарико-винтовой передаче с сепаратором зависит от ширины перемычки и должен определяться для каждой конкретней конструкции.

На основе проведенных расчетов составлена методика проектирования шарико-винтовых передач с сепаратором под заданную нагрузку.

Список литературы:

1. Р.Р. Абдулин, С.Л. Самсонович и др. Патент РФ 2 671 662 Электромеханический привод поступательного действия

2. И.А. Биргер., Г.Б. Иосилевич. Резьбовые и фланцевые соединения. — М.: Машиностроение, 1990. — 368 с.

3. Б.М. Изнаиров. «Повышение нагрузочной способности многозвенных соединений механизмов и машин на основе формирования рациональных стохастических размерных связей рабочих элементов в процессе изготовления деталей и сборки» диссертация кандидата технических наук: 05.02.08 / [Место защиты: СГТУ имени Гагарина Ю. А.]//Саратов, 2016. 236 с.

Разработка системы автоматической замены аккумулятора для БПЛА с использованием среды SimInTech

Поляков М.И.
МАИ, Москва
m.plkv@yandex.ru

Цель работы — разработка и создание прототипа системы автоматической замены аккумулятора на многоцелевых БПЛА, а также моделирование процесса замены в среде SimInTech.

Алгоритм работы состоит из нескольких этапов. На первом этапе БПЛА обнаруживает ближайшую станцию при помощи GPS-метки расположенной на станции зарядки. На втором этапе происходит распознавание места посадки посредством технического зрения и корректировка посадки благодаря конструктивным особенностям станции зарядки. На третьем этапе происходит посадка и непосредственная замена аккумулятора на БПЛА.

Предполагается, что в зоне полётов БПЛА будет находиться необходимое количество станций для замены аккумуляторов для того чтобы обеспечить практически беспрерывную работу беспилотного ЛА.

Обнаружение ближайшей станции на первом этапе предлагается организовать с помощью бортового оборудования, установленного на БПЛА. При подлёте на достаточное расстояние к станции замены аккумуляторов реализуется второй этап - распознавание места посадки. На этом этапе происходит анализ видеосигнала, поступаемого с камеры установленной на борту БПЛА и изменение направления полёта. После того как обеспечиваются необходимые

условия для безопасной посадки производится корректировка траектории полёта. Это происходит благодаря особой конструкции станции перезарядки, которая представляет из себя "коробку" с наклонными трапециевидными наклонными стенками. Затем происходит замена аккумулятора при помощи вращающегося диска с установленными на него заряженными элементами питания. Быстрая замена обеспечивается благодаря легкосъёмной конструкции крепления АКБ на БПЛА. Конструкция аккумулятора представляет собой внешний корпус (контейнер) с размещённой внутри аккумуляторной батареей.

Далее приведены основные функции механизма по замене аккумулятора: захват контейнере с разряженным элементом питания; перемещение его к месту зарядки; установка нового аккумулятора на БПЛА.

Для облегчения создания системы автоматической замены элементов питания используется среда SimInTech. В которой моделируется процесс работы станции, дальнейший его анализ и модифицирование его алгоритма.

Разработка системы распознавания объектов рельефа окружающей среды для системы самообучения мобильного робота

Постнов С.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Ермолов И.Л.
МГТУ «СТАНКИН», Москва
postnov_rabota@mail.ru

В настоящее время задача автономного использования мобильных роботов является одной из приоритетных задач. С развитием технологий все чаще возникает необходимость использования мобильного робота в условиях, где человек-оператор не всегда может точно проанализировать информацию, поступающую с бортовых источников. В этом случает решается задача о выполнении роботом заданных операций автономно, без непосредственного участия человека.

Одним из способов решения этой задачи является использование систем адаптации к окружающей обстановке. Это могут быть как простые системы, состоящие из датчиков, информация с которых поточно обрабатывается, вследствие чего поведение робота корректируется, так и сложные системы, основанные на обучении мобильного робота преодолению препятствий или решению более простых задач. В дальнейшем совокупность решений простых задач приводит к возможности решать более сложные задачи путем совместного применения имеющихся в базе данных знаний.

В данной работе предлагается вариант решения задачи с использованием бортовой системы обнаружения объектов и неровностей окружающей среды, основанной на использовании видеокамеры для динамического выявления препятствий, мешающих движению мобильного робота.

Для поиска объектов окружающей среды используются алгоритмы детектирования, применяемые к заранее улученным с точки зрения качества изображениям. Для получения наиболее подходящего результата каждое изображение проходит обработку различными фильтрами, после чего из всего перечня результатов выбирается наиболее подходящий для решения поставленной задачи.

Информация, получаемая при использовании данной системы, в последующем может быть использована нейросетью для обучения мобильного робота преодолению имеющихся препятствий и сложных участков опорной поверхности.

Способ адаптации параметров прицельной системы летательного аппарата при применении авиационного артиллерийского оружия

Роговенко О.Н., Кудрявцев В.Э.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ефанов В.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
oleg.rogovenko@mail.ru

Эффективность боевого применения авиационного артиллерийского оружия в значительной степени зависит от точности решения задачи прицеливания. Традиционная теория прицеливания авиационного артиллерийского оружия, на которой базируются существующие системы, основана на детерминированном подходе к постановке и решению задачи прицеливания. Множество случайных факторов, имеющих место при прицеливании, не учитывается.

В настоящее время прицеливание авиационного артиллерийского оружия (ААО) осуществляется без учета влияния износа ствола, изменения баллистических характеристик и уровня вибрации. Износ стволов оружия влияет на уменьшение начальной скорости и на изменение баллистических характеристик снарядов и, как следствие, уменьшения зоны возможной стрельбы, толщины пробития брони и увеличения среднего необходимого числа попаданий для поражения типовой боевой машины пехоты и воздушных целей. ААО, установленное на летательный аппарат, представляет собой сложную упругую инерционную механическую систему, на которую, при стрельбе очередью, воздействуют быстро меняющиеся во времени нагрузки, порождаемые силой давления пороховых газов на дно канала ствола. Силовое воздействие вызывает упругие колебания оружия и силовой установки, амплитуда которых соизмерима с темпом стрельбы. В процессе эксплуатации происходит изменения свойств амортизатора и как следствие повышение уровня вибрации.

Предлагается способ адаптации параметров прицельной системы, который позволяет повысить эффективности применения авиационного артиллерийского оружия при изменении начальных условий стрельбы за счёт определения зависимостей характеристик рассеивания снарядов от начальных условий стрельбы и последующей коррекции параметров прицельной системы современных многофункциональных летательных аппаратов в реальном масштабе времени.

Список литературы:

1. Пат. 2661069 РФ. Способ определения зависимости баллистических характеристик снаряда от условий стрельбы и информационно-вычислительная система для его осуществления / О.Н. Роговенко; заявитель и правообладатель Роговенко О.Н.; № 2017126807; заявл. 25.07.2017 г.; опубл. 11.07.2018 г.
2. Пат. 2661073 РФ. Способ определения зависимости баллистических характеристик снаряда от режимов стрельбы и информационно-вычислительная система для его осуществления / О.Н. Роговенко; заявитель и правообладатель Роговенко О.Н.; № 2017128266; заявл. 07.08.2017 г.; опубл. 11.07.2018 г.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2015614636. Электронная мишень. Версия 1.0. / Роговенко О.Н., Ефанов В.В., Шутов П.В.; заявитель и правообладатель Роговенко О.Н., Ефанов В.В., Шутов П.В.; – № 2015610585; заявл. 02.02.2015 г.; опубл. 20.05.2015 г.
4. Основы теории эффективности воздушной стрельбы и бомбометания. / Под ред. Е.П. Калабуховой. М.: Машиностроение, 1991. 331 с.

Синтез закона управления активным сайдстиком

Савельев А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва
artemsaveliev@inbox.ru

На текущий момент основным способом решения проблемы отсутствия тактильной обратной связи сайдстиков при управлении под автопилотом является разработка и внедрение активных сайдстиков. Соответственно, встает задача синтеза закона управления активным сайдстиком. Эта задача является одной из задач интеграции Комплексной системы управления. Зачастую разработчику системы (интегратору различных её частей) неизвестны внутренние интерфейсы и характеристики каждого комплектующего изделия, что, однако, не снимает необходимости построения законов управления «черным ящиком». Данная работа посвящена синтезу закона управления активным сайдстиком, чья модель представлена в виде «черного ящика».

В ходе работы решались две основные задачи: линеаризация модели «черного ящика» и собственно синтез закона управления активным сайдстиком (где входом является заданное положение ручки по крену или тангажу, а выходом – текущее положение ручки по крену или тангажу).

Для решения задачи линеаризации модели «черного ящика» использовался инструмент MATLAB System Identification Toolbox. Данный инструмент позволяет работать с моделями, основываясь на входном (заданном) сигнале и отклике системы. Линеаризованная модель показала практически полную сходимость модели с реальным объектом, за исключение незначительных выбросов (менее 0,5 градуса) в нулевой момент времени. Данное отклонение является приемлемым в связи с незначительным влиянием на функционирование – автопилот отключается при отклонении ручки не менее, чем на один градус, а пилот, находящийся в контуре управления, не ощутит данного движения.

Для решения задачи линеаризации было необходимо обеспечить соответствие программного управления сайдстиком с управлением, которое прикладывают реальные пилоты в ходе выполнения штатных полётов для минимизации риска неоднозначного восприятия летной обстановки.

Эталонным образцом пилотирования, из которого брались ограничения (то есть, требования для закона управления) был выбран перелет самолёта МС-21 по маршруту г. Иркутск – г. Жуковский, выполнявшийся ведущими лётчиками-испытателями ПАО «Корпорация «Иркут».

При анализе полёта были сделаны допущения, упростившие определение требований к ограничению управления, но не влияющие на функционирование и безопасность полёта. Так, например, не учитывалась в полной мере избыточность средств измерения текущего положения обеих ручек в связи с отсутствием отказов соответствующих измерительных устройств за время выполнения полёта.

Исследование действий, выполняемых экипажем, показал, что основными требованиями к ограничению закона управления должны являться такие характеристики, как перерегулирование (забросы по положению могут негативно сказываться на загруженности пилота и степени отвлечения от решения текущих задач в соответствии с Руководством летной эксплуатации), время полной перекладки из крайнего положения в крайнее положение (привод позволяет достичь скорости перемещения сайдстика в несколько раз превышающую реально прикладывающуюся в ходе пилотирования и даже максимально развиваемую человеком). Анализ был проведен как для канала управления креном, так и каналом управления тангажом.

В связи с отсутствием обратной связи по скорости перемещения сайдстика, была выбрана структура закона управления, соответствующая пропорционально-интегральному закону управления. Синтезированный закон управления позволил обеспечить заданные требования

как для линеаризованной модели (удобной для текущего и дальнейшего анализа), так и для реальной модели сайдстика в виде «черного ящика».

Для упрощения работы, выход сайдстика (текущее положение в градусах) принимался одноканальным без учета помех и шумов в линии передачи сигнала. Проверка обеспечения заданных требований к закону управления проводилась как на линеаризованной модели, так и на закрытой модели реального устройства.

Дальнейшее развитие данной работы будет заключаться в решении четырех основных задач: улучшение закона управления в части корректировки входного воздействия (переход от заданного положения сайдстика по крену/тангажу к заданному крену/заданной нормальной перегрузке, поступающих непосредственно от системы автоматического управления), построение оптимального фильтра Калмана, который позволит оценивать текущую скорость ручки (и, соответственно, улучшить качество управления путем введения дифференциального слагаемого), а также оценка безопасности данного алгоритма (с применением анализа видов и последствий отказов) и разработка контроля исправности датчиков положения сайдстика.

Способ управления характеристиками поля поражения боевой части авиационной управляемой ракеты

Савин М.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ефанов В.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
savin98m98@mail.ru

Требования к перспективным активным радиолокационным головкам самонаведения (АРГС) в значительной степени определяются характеристиками и тактикой применения будущих целей. Вероятнее всего, цели станут все более малозаметными, высокоскоростными и высокоманевренными. Кроме того, по сравнению с существующими целями следует ожидать их большего разнообразия. Исходя из критерия "эффективность-стоимость", наиболее рациональным путем поражения широкой номенклатуры целей является адаптация поля поражения боевой части ракеты к классу цели и условиям боевого применения.

В настоящее время идет работа над наиболее современным поколением ракет и АРГС, имеющими цифровую обработку сигнала в широкой полосе частот, минимальную длину аналоговой части тракта и высокопроизводительные многофункциональные процессоры. При этом расширяются возможности АРГС: сопровождение цели по дальности, параллельный анализ, обнаружение и сопровождение цели по скорости и дальности, режим работы с целеуказанием по ускорению [1].

Обработка исходной информации о дальности и угловом положении цели в вычислителе позволяет получить дополнительную информацию о скорости и промахе ракеты относительно геометрического центра цели, а также о ракурсе цели относительно вектора скорости ракеты. Использование широкополосных зондирующих сигналов как со сплошным, так и с дискретным спектром (многочастотные сигналы) позволяет разрешать элементы сложных целей вдоль линии визирования и наблюдать их радиолокационные дальностные портреты (профили). При полосах зондирующих сигналов порядка 30-500 МГц можно обеспечить согласованную разрешающую способность по дальности 5 - 0,3 м, что позволяет получать дальностные портреты широкого класса целей различной протяженности. Предложено техническое решение, обеспечивающее определение класса цели на основе анализа зондирующего и отраженного сигнала от протяженных целей и сравнения их с эталонной базой [2]. Управление направленностью действия боевой части ракеты в этом случае осуществляется во взаимосвязи с бортовой аппаратурой ракеты, включающей АРГС, инерциальную систему управления, боевое снаряжение, вычислитель.

При этом формирование разлета осколочного поля осуществляется за счет срабатывания одного из четырех промежуточных детонаторов и формирования кумулятивной струи для одновременного подрыва заданной части взрывчатого вещества по всей длине [3].

Список литературы:
1 Пат. № 2360204 Российская Федерация, МПК F41G 7/22. Активная радиолокационная головка самонаведения / Ефанов В.В. № 2008110263 заявл. 17.03.2008, опубл. 27.06. 2009. Бюл.18.
2 Пат. № 2449309 Российская Федерация, МПК F41GC7/34, G01S13/42. Способ распознавания класса цели и устройство для его осуществления / Ефанов В.В., Мужичек С.М., Гаврилов Н.В. заявка № 201105796 от 16.02.2011, опубл. 27.04.2012. Бюл.12.
3 Пат. № 2398182 Российская Федерация, МПКF42 B 15/01/ Способ управления характеристиками поля поражения осколочно-фугасной боевой части ракеты и устройство для его осуществления / Ефанов В.В., Мужичек С.М. заявка № 2009124848 от 29.06.2009. опубл. 27.08. 2010. Бюл. 24.

Использование системы SimInTech для обработки результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов

Селиванова В.А.
Научный руководитель — Беклемищев Ф.С.
МАИ, Москва
verbaqwerty@gmail.com

При изучении различных объектов достаточно часто используют математические модели, отражающие зависимости между выходными переменными системы и входными воздействиями, базирующиеся на анализе экспериментальных данных. Для получения таких моделей используется метод планирования эксперимента и регрессионный анализ. Эксперименты для получения исходных данных могут проводиться на самих объектах, на физических моделях (макетах и стендах), на полных математических моделях, реализованных при помощи систем модельно-ориентированного проектирования.

При проведении эксперимента всегда имеет место некоторая случайная погрешность, как правило, вызванная влиянием внешних условий. Для компенсации влияния погрешностей каждый эксперимент рекомендуется проводить несколько раз при одних и тех же значениях факторов. Такие эксперименты называются параллельными, минимальное число которых обычно равно двум-трём. Однако это число может быть увеличено для получения более точной функции отклика.

В настоящей работе приведён пример использования системы SimInTech [1] для обработки результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов для электрической цепи [2]. При решении данной задачи используется тип проекта «Схема модели общего вида». Эта схема содержит набор исходных данных в скрипте проекта, источник, представляющий собой кусочно-линейную функцию для формирования обращения к элементам заполняемых массивов выходных данных, и блок «Язык программирования», в котором описана математическая модель определения выходных данных на встроенном языке программирования. В рамках расчётов в данном блоке выполняются следующие этапы:

• Этап предварительной обработки данных: вычисление средних арифметических значений функции отклика, ошибок и дисперсий эксперимента, её максимальной и суммарной величины, выполнение проверки на наличие резко выделяющихся результатов методом вычисления максимального относительного отклонения, проверка однородности дисперсий экспериментов с использованием критерия Кохрена, определение дисперсии воспроизводимости;

• Этап кодированных коэффициентов функции отклика: вычисление этих коэффициентов, дисперсий и ошибок определения отдельных коэффициентов, проверка их значимости с использованием критерия Стьюдента;

• Этап проверки гипотезы адекватности модели с использованием критерия Фишера;

• Этап натуральных коэффициентов функции отклика: вычисление значений этих коэффициентов, определение оценок значений функции отклика и сравнение их с истинными значениями функции отклика.

Список литературы:
1. Карташов Б.А. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования: учебное пособие / Б.А. Карташов, Е.А. Шабаев, О.С. Козлов, А.М. Щекатуров – М.: ДМК Пресс, 2017. – 424 с.
2. Беклемищев Ф.С., Селиванова В.С. Построение и исследование модели с использованием полного факторного эксперимента в среде SimInTech // Образовательная инициатива как ключевой фактор развития среды знаний. Сборник научных трудов. Казань, 2019. С. 281-292.

Выбор микроприводов и силовых преобразователей для бионических протезов верхних конечностей

Сенаторова Е.О.
Научный руководитель — Елисеичев Е.А.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
kathrinsenate@gmail.com

Одной из главных тенденций современности является миниатюризация приводной техники. Массогабаритные показатели устройств перемещения особенно важны в области развития робототехники и биопротезирования. К микроприводам, применяемым в бионических протезах верхних конечностей, предъявляются весьма жесткие специфические требования, из них [1]:

- обеспечение точного, откалиброванного движения и усилия к органам управления;
- Быстрота отработки движения при изменении задающего сигнала с дистанционного пульта управления;
- Помехозащищенность электрических элементов микропривода;
- Большая удельная мощность при относительно малой номинальной;
- Неколебательные переходные процессы;
- Высокая надежность и долговечность.

В робототехнике [2] чаще всего используются микропривода на основе коллекторных (Brushed motor) и бесколлекторных (Brushless motor) двигателей постоянного тока. Преимуществами коллекторных двигателей являются малая стоимость и простота управления. Направление вращения коллекторного двигателя определяется полярностью приложенного напряжения, а мощность – соответственно его величиной. Для управления направлением вращения двигатель должен включаться по мостовой схеме.

Бесколлекторные двигатели считаются более надежными, чем коллекторные, однако они сложны в управлении и имеют высокую стоимость. Бесколлекторные двигатели рациональнее использовать в условиях ограниченных габаритов. Они имеют высокий КПД и удельную мощность, а отсутствие коллекторного узла способствует уменьшению акустических и электромагнитных помех.

Компаниями-лидерами в области прецизионной приводной техники являются Faulhaber и Maxon Motor. Эти компании традиционно выпускали двухполюсные бесколлекторные двигатели постоянного тока, имеющие сходные, как моментно-скоростные, так и габаритные характеристики.

Двигатели Maxon Motor нашли применение в современных бионических протезах крупнейших мировых производителей: I-LIMB (Touch Bionic, США) и Michelangelo (Ottobock, Германия). В протезах I-LIMB применяются коллекторные двигатели Maxon Motor серии RE с трехступенчатым планетарным редуктором Maxon GP 10 A. В бионической руке Michelangelo используется один большой модифицированный по индивидуальному заказу бесколлекторный двигатель Maxon EC45, который размещается в центре ладони для управления сгибанием-разгибанием всех пяти пальцев, и один меньший двигатель в проксимальной части большого пальца.

Заслуженно высокие позиции на рынке приводной техники занимает продукция компании Faulhaber, разработавшая инновационный серводвигатель BX4. Использование ротора на базе

четырёхполюсного магнита позволяет ему развивать гораздо больший крутящий момент по сравнению с двигателями традиционной двухполюсной конструкции тех же габаритных размеров. Применение четырехполюсной технологии не сказывается на конечной цене изделия, поскольку она не требует усложнения процесса производства и серьёзной переоснастки оборудования.

Для управления микросервоприводом используются сервоконтроллеры (серводрайверы). Серводрайвер на компонентном уровне состоит из платы управления и силовой части (IGBT-транзисторы). Некоторые производители, в частности, компания Maxon Motor, предлагают сервоконтроллеры, полностью удовлетворяющие всем требованиям относительно производительности и точности поддержания скорости с коллекторными и бесколлекторными двигателями и составляющие, таким образом, законченное решение для сложной мехатронной системы.

В рамках разработки отечественного бионического протеза верхней конечности высокую актуальность приобретает вопрос стоимости конечного продукта. Использование комплектующих от крупнейших мировых производителей гарантирует высокую надежность и производительность бионического протеза, однако существенно повышает его стоимость. Поэтому имеет смысл ознакомиться с продукцией других, менее известных производителей, а также рассмотреть возможность самостоятельной разработки некоторых узлов системы управления микроприводами.

Список литературы:

1. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИКА: Двадцать первая Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: Тез. докл. В 4 т. Т. 2. М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 290 с. ISBN 978-5-383-00923-9 (Том 2).

2. Belter, J.T., Segil, J.L., Dollar, A.M., Weir, R.F. Mechanichal desing and performance specifications of anthroporphic prosthetic hand: A review / J.T. Belter, J.L. Segil, A.M. Dollar, R.F. Weir // J Rehabil Res Dev. – 2013. – Vol. 50, issue 5. – P. 599-618.

Особенности проектирования системы энергообеспечения бионических протезов верхних конечностей

Смирнов М.В.
Научный руководитель — Елисеичев Е.А.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
michaelvadimovich@mail.ru

Бионические протезы являются важным направлением развития робототехники, поскольку они нивелируют разницу между людьми с ограниченными возможностями и абсолютно здоровым человеком [1]. Но несмотря на всю актуальность считанные компании в мире занимаются разработкой бионических протезов. Связано это, в первую очередь, со сложностью разработки, а именно, с серьезными техническими требованиями, обусловленными медицинским контекстом изделия, а также эксплуатационными показателями изделий компаний, конкурирующих в условиях рынка.

Одной из важнейших составляющих бионического протеза является система энергообеспечения. Система энергообеспечения устройства определяет собой один из главных эксплуатационных показателей бионического протеза – его автономность работы [2]. В систему энергообеспечения бионического протеза традиционно входят: время заряда, время разряда, а также контроль стабильности этих показателей.

Система энергообеспечения бионического протеза в общем случае состоит из следующих функциональных узлов:

- Разъем для подключения зарядного устройства;
- Аккумуляторные батареи (АКБ);
- Система контроля заряда АКБ;
- Система защиты.

В целях усовершенствования системы электроснабжения может быть использована технология беспроводного заряда АКБ, которая позволит избавиться от разъема для заряда от электрической сети, тем самым даст возможность повысить степень изделия от влаги и пыли, а также повысит удобство его использования.

Автономность работы бионического протеза в большей степени определяется емкостью АКБ. В настоящее время ведущие компании применяют в основном два типа АКБ – литий-ионные и литий-полимерные. Модели АКБ, произведенных по разным технологиям, выполняют одинаковую функцию – функцию энергообеспечения. Особенности конструкции каждого типа АКБ влияют на сообщаемую мощность, долговечность эксплуатации, степень защиты от взрыва и др. Нельзя утверждать однозначно, что более современный тип АКБ лучше устаревшего. В обеих технологиях есть, как преимущества, так и недостатки. Модели литий-ионных и литий-полимерных АКБ имеют сходные схемы работы, но отличаются конфигурацией и техническими параметрами.

Система контроля заряда АКБ бионического протеза имеет место в большинстве современных электротехнических устройствах и необходима для получения информации о состоянии заряда. Качество и точность информации о зарядке АКБ устройства определяет эффективность использования АКБ, что в свою очередь отражается на её сроке службы.

Система защиты АКБ необходима для обеспечения работы бионического протеза в предусмотренных номинальных и предельных режимах. Система защиты АКБ бионического протеза включает в себя следующие функции [3]:

1. Защита от перезаряда;
2. Защита от переполюсовки;
3. Защита по температуре нагрева;
4. Защита от короткого замыкания.

Безусловно, система энергообеспечения является достаточно сложной системой, особенно в контексте проектирования бионических протезов верхних конечностей, ввиду ограниченного пространства и высоких требований к проектируемому устройству.

Список литературы:

1. Демидченко, Е.А. Разработка бионического протеза предплечья человека / Е.А. Демидченко // Сборник трудов молодых ученых. – 2018. – С. 78-79.

2. Clement, R, Oliver, C, Bugler, K. Bionic prosthetic hands: A review of present technology and future aspirations / R. Clement, C. Oliver, K. Bugler // Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh. – 2011. – Vol. 9. – P. 63-69

3. Рыкованов, А.С. Элементная база систем обеспечения функционирования Li-ion аккумуляторных батарей / А.С. Рыкованов // Компоненты и технологии. – 2012. – № 8. – С. 61-66.

Нечеткая система управления для синхронного генератора

Терещенко К.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Капустин А.Г.
БГАА, Минск, Беларусь
kokovita13@gmail.com

Интеллектуальные системы регулирования применяются при управлении сложными объектами с плохо изученной динамикой. Условия работы данных объектов недостаточно известны и существенно непостоянны (с дрейфом параметров, характеристик объекта управления и среды эксплуатации). К такой системе регулирования относится fuzzy logic controller (нечеткий регулятор). Эффективность нечеткого регулятора обусловлена регулирующим воздействием, которое зависит от получаемых сигналов согласно созданным правилам. Правила создаются на основе лингвистических переменных (термов) и присвоенных весов для предсказывания входных данных, а значит лучшего регулирования выходного сигнала [1, 2].

Регуляторы на основе интеллектуальной системы показывают высокую эффективность по быстродействию, робастности и величине перерегулирования.

Для создания нечеткого регулятора в MatLab выберем вывод типа Mamdani, так как он ожидает, что выходные функции членства будут нечеткими. После объединения, для каждой выходной переменной существует нечеткое множество, которое нуждается в дефаззификации (преобразование нечеткого множества в четкое множество). На основе заданных входных термов создано 49 правил, учитывающих плотность распределения регулирующего воздействия [1, 3].

Для оценки качества регулирования создается схема синхронного генератора с регулятором на базе выпрямителя и RC-цепи и проводится сравнение с регулятором на базе нечеткой логики. Нечеткий регулятор внедряется в контур по отклонению и выпрямляет напряжение до требуемого значения (560 В) путем изменения тока поля.

Исходя из сравнения результатов моделирования синхронного генератора с регулятором на базе выпрямителя и RC-цепи и с нечетким регулятором, можно сделать следующие выводы:

1. быстродействие сокращается с 0,25 с до 0,1 с в системе с нечетким регулятором;
2. величина перерегулирования сокращается в 5 раз;
3. разница амплитудных значений между регулятором на базе выпрямителя и RC-цепи и нечетким регулятором значительная, что говорит о высокой робастности нечеткого регулятора;
4. нечеткий регулятор сокращает постоянную ошибку регулирования незначительно.

Применение нечеткого регулятора в системах управления синхронными генераторами позволит повысить качество работы не только генератора, но и всех энергозависимых систем, благодаря повышению устойчивости и сокращению времени переходных процессов.

Список литературы:

1. Tsiareshchanka K. Simulation of the aviation synchronous generator with a fuzzy logic controller in the matlab / Proceedings of Internationalscientific conference “Universum N VI”. Morrisville, Lulu Press., 2019. P. 9-13.
2. Капустин, А. Г. Автоматика и управление: Конспект лекций / А. Г. Капустин. – Минск: МГВАК, 2012. – 112 с.
3. Mamdani, E.H. and S. Assilian, "An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller," International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 7, No. 1, pp. 1-13, 1975.

Использование нейронной сети в качестве управляющего контура в идентификации отказов СН УАСП

Тупицын А.В.
МАИ, Москва
Anton.tupicin@gmail.com

В настоящее время существует множество методик идентификации отказов, что говорит об актуальности темы исследования.

Среди всех методик в отдельную группу выделяют методики предиктивного контроля. Суть подобных методик заключается в прогнозировании оставшегося ресурса объекта контроля (ОК) и заблаговременного предсказания момента наступления отказа.

В рамках исследования по разработке методики идентификации отказов по телеметрической информации была предложена идея разработки программного контура, целью которого является идентификация узла с наибольшей вероятностью отказа в рамках текущей и следующей процедуры контроля.

Ключевым элементом методик предиктивного контроля является искусственная нейронная сеть, обученная выявлять аномалии в работе ОК с целью прогнозирования момента наступления отказа. С такими же целями было предложено использование аналогичного инструментария в рамках исследования.

Обученная искусственная нейронная сеть является высокоточным инструментом комплексного анализа потока телеметрической информации, способным по прямым и косвенным признакам выявить и классифицировать аномалии. В отличии от классических,

императивных алгоритмов, нейронные сети позволяют в автоматическом режиме разрешать ситуации в которых возникает неопределенность, при которой невозможно идентифицировать аномалию по необходимым и достаточным признакам.

Для решения задачи идентификации уязвимых узлов, нейронная сеть проходила обучение на ранее наработанном статистическом материале (результатах математического моделирования), содержащим в себе запрограммированные симптомы отказов, такие как: задержка сигнала, зашумленность, кратковременные обрывы сигнала и «изменения состояния» измерителей контуров наведения и управления.

Использование разработанного инструмента позволит в рамках процедуры контроля своевременно выявить проблемы и заранее предупредить возможный аномальный пуск, а значит повысить вероятность выполнения поставленной задачи путем уменьшения вероятности использования неисправного изделия.

Коллаборативная фильтрация в рекомендательных системах

Хмелевский И.Д., Берецкий И.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Филимонов А.Б.
МАИ, Москва
ivan.khm@gmail.com

В 2020 году наши аккаунты в интернете знают о нас больше чем мы сами. Огромные объемы данных о предпочтениях пользователей собираются каждую секунду с целью как можно точнее предложить новый контент, товар или услугу. Целью данной работы является показать пользователю, как его “видит” система, предоставив ему информацию, на основе которой, он сможет скорректировать свою активность в социальных сетях.

В данной работе изучены основные механизмы работы рекомендательных систем на основе коллаборативной фильтрации. Произведен анализ эффективности работы системы на основе соседства, на основе модели, а также гибридные системы. Каждая из них показала себя по-разному, в зависимости от сферы применения.

Были рассмотрены как такие крупные социальные сети как YouTube, Facebook, ВКонтакте, так и крупные торговые площадки, как Amazon, EBay, и агрегаторы Яндекс.Маркет и Беру.

Было показано, как при одних и тех же условиях, рекомендательная система может предлагать пользователю разные вещи, с большим упором на психологию человека.

Коллаборативная фильтрация не идеальна, и имеет ряд своих проблем. К счастью, современные информационные технологи, анализ больших данных и нейросети позволяют решить такие проблемы как холодный старт, масштабируемость и разреженность данных. Данные подходы подробно рассмотрены в данной работе, а также современные способы их решения.

Для наглядной демонстрации вышеперечисленных проблем, был создан небольшой веб агрегатор новостей категории “Арт” на основе данных ВКонтакте, Twitter и Instagram. Эта категория является одной из самых сложных для рекомендательных систем, так как мнения пользователей системы имеют самую большую дисперсию среди всех общих категорий новостей. Второй по величине разброс мнений приходится политическим новостям.

В результате работы была построена наглядная картина современного состояния рекомендательных систем, создан агрегатор, позволяющий пользователю лучше увидеть то, как система “видит” его вкусы и предпочтения.

Автоматизация выбора металлообрабатывающего оборудования в технологической подготовке производства с использованием теории нечетких множеств

Хоменко М.М.
Научный руководитель — Ахмадиев А.И.
АФ КНИТУ-КАИ, Альметьевск
Margo_Homenko@mail.ru

Непрерывно технологи на предприятии разрабатывают технологические процессы для оптимальной механической обработки деталей, но часто забывают учитывать такой фактор как рациональное использование производственных мощностей.

В данной статье рассматривается выбор оборудования с учетом его оптимальной рабочей зоны и мощности, это показатели, которые являются одним из главных факторов, влияющих на экономическую составляющую производства.

Цели данной работы:

1. Создание классификатора металлообрабатывающего оборудования по его габаритным размерам рабочей зоны.
2. Создание нечеткого множества диапазонов габаритных размеров заготовок.
3. Использование теории нечеткого множества для создания правил оптимального выбора металлообрабатывающего станка.

Кластерный анализ подразумевает под собой многомерную процедуру, с помощью которой выполняется сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, последующими его действиями является упорядочение объектов в однородные группы.

Для автоматического принятия оптимального технологического решения используем программу Matlab, с использованием пакета прикладных программ Fuzzy Logic Toolbox, который содержит инструменты для проектирования систем нечеткой логики.

Реализация работы данной системы показана на примере корпусных деталей. Для начала работы необходимо создать диапазоны габаритных размеров обрабатываемых деталей на производстве, и создать лингвистические переменные относящиеся к детали: «Большая заготовка», «Средняя заготовка» и «Маленькая заготовка». Также производим разбивку всего имеющегося оборудования по диапазонам размеров рабочей зоны: «Большой», «Средний», «Маленький».

В результате исследования мы сможем разработать алгоритм выбора металлообрабатывающего станка, подходящий под габаритные размеры данной детали. Тем самым, мы добьемся рационального использования производственной площади занимаемой металлообрабатывающим станком.

Исследование и разработка стенда испытаний датчиков пространственной ориентации, с использованием модифицированной платформы Стюарта

Черенков И.И.
Научный руководитель — к.т.н. Синявская Ю.А.
МАИ, Москва
info@digen-it.ru

Целью работы является проектирование испытательного стенда для проверки работы механизмов и датчиков пространственной ориентации.

В рамках проделанной работы было проведено исследование, а также разработан макет стенда для испытаний датчиков пространственной ориентации на базе модифицированной платформы Стюарта, обладающий 6 степенями свободы. Рассчитаны кинематические соотношений для подвижной и неподвижной платформ, а также составлены матрицы направляющих косинусов для расчета координат крепления стержней, с помощью которых были рассчитаны длины 6 стержней. Составлена система дифференциальных уравнений в

виде уравнений Лагранжа 2-ого рода, описывающая динамику подвижной платформы. Рассмотрены энергетические и динамические характеристики системы “сервопривод-платформа”. Разработано программное обеспечение с использованием микроконтроллера Atmega 328 и платы STM32F103C8T6 для реализации алгоритма управления движением платформы и отслеживанием её в пространстве с помощью датчика пространственной ориентации MPU 5060, включающий в себя гироскоп, акселерометр и магнитометр. С помощью игрового движка Unity 3D было разработано кроссплатформенное приложение для связи и управления платформой, а также реализовано приложение дополненной реальности для устройств с операционной системой Android и IOS, а также для очков «смешанной» реальности Epson BT-350, для визуализации технических характеристик гексапода.

Разработанный стенд может применяться в учебных и научных целях в комплексах полунатурного моделирования систем управления и навигации беспилотных летательных аппаратов.

Разработка алгоритма обнаружения беспилотного летательного аппарата

Черников А.А.
Научный руководитель — д.т.н. Легкий В.Н.
АО «НИИЭП», Новосибирск
ancher1994@gmail.com

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) стали играть важную роль в качестве средств поражения. Поэтому задача быстрого обнаружения и классификации БПЛА является важной задачей для минимизации потерь личного состава. В этой связи возрастает необходимость в разработке эффективных алгоритмов обнаружения воздушных целей в оптическом диапазоне.

Развитие систем технического зрения позволяет в ряде случаев заменить оператора интеллектуальной системой, основанной на обработке видео потока с бортовой камеры, сделав её полностью автоматической. До появления современных технологий задача была трудновыполнима, однако, с использованием сверточных нейронных сетей появилась возможность её практического осуществления. Разработанный алгоритм можно будет использовать для полной автоматизации полёта летательного аппарата, обнаружения объектов в воздушном пространстве, автоматического слежения и наведения на цель.

На первом этапе алгоритм обнаруживает координаты контрастного объекта путем нахождения его контура и вычисление по кадрам движения.

На втором этапе алгоритм классифицирует объект с помощью сверточной нейронной сети.

Для определения адекватной работы алгоритма по дальности смоделирована сцена в среде Blender 2.8. Данный алгоритм отлично справляется с обнаружением объекта, находящегося на расстоянии до 2 км от системы обнаружения с разрешением камеры (256x256 пикселей).

Список литературы:

1. Седжвик Р., Уэйн К., Дондеро Р. Программирование на языке Python: учебный курс.: Пер. с ан гл. - СПб.: ООО "Альфа-книга': 2017. - 736 с.: ил. - Парал. тит. англ.

2. Жерон О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. Пер. с англ. - СпБ.: ООО "Альфа-книга': 2018. - 688 с.: ил. - Парал. тит. англ.

Направление №7 Математические методы в аэрокосмической науке и технике

Секция №7.1 Теория управления и оптимизация

Минимаксное оценивание положения движущейся цели с немоделируемым ускорением по вероятностному критерию

Архипов А.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Семенихин К.В.
МАИ, Москва
ege3145@yandex.ru

Минимаксные постановки задач оценивания возникают при необходимости построить оценку, имеющую наилучшие показатели погрешности из расчета на наихудший случай сочетания неопределенных характеристик модели наблюдения. При такой трактовке проблема оценивания формулируется в виде задачи оптимизации, целью которой является выбор оценки, доставляющей минимум максимальному значению погрешности. При выборе оптимизационной формулировки необходимо учитывать, что широкие классы неопределенности приводят к сильно перестраховочным и потому мало эффективным статистическим решениям. Поэтому поиск минимаксных постановок, которые приводят к оценкам, сочетающим в себе свойства робастности и эффективности, остается актуальной проблемой. Одним из вариантов решения этой проблемы является сравнительный анализ решений минимаксных задач, соответствующих различным классам распределений.

В работе рассматривается задача оценивания положения движущейся цели с немоделируемым ускорением по вероятностному критерию путем минимаксного оценивания линейной комбинации ограниченных параметров в модели линейной регрессии при наличии центрированных помех с неопределенным распределением, но фиксированными дисперсиями и ковариациями. Основным показателем качества оценивания выступает вероятность ошибки, т.е. вероятность превышения ошибкой оценки заданного порога. Специфика данной статьи определяется тем, что на неизвестные параметры накладываются априорные ограничения, а совместное распределение помех принадлежит классу унимодальных распределений. Решение задачи минимаксного оценивания для разных классов распределений получается за счет использования известных вероятностных границ, следующих из неравенств Селберга, Гаусса, Высочанского–Петунина и др.

В работе описан геометрический способ решения задачи минимаксного оценивания по вероятностному критерию в модели линейной регрессии с ограниченными параметрами и симметричными унимодальными помехами. Проведено сравнение минимаксных оценок линейной комбинации неизвестных параметров для нескольких классов совместных распределений помех. Способ описания априорной информации о неопределенном многомерном распределении в виде набора условий на симметричность, унимодальность, математическое ожидание и ковариационную матрицу приводит к робастным статистическим решениям, которые оказываются менее консервативными, чем известные ранее. Проведен численный эксперимент по оцениванию терминального положения маневрирующей цели.

Решение и анализ задачи раскроя материала для частной компании

Бурмистрова К.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Пегачкова Е.А.
МАИ, Москва
karinok5@yandex.ru

Целью работы является рассмотрение задачи оптимального раскроя материала для минимизации расходов в частной дизайнерской компании.

Этап раскроя на производстве очень важен, так как от раскладки лекал на ткани зависит процент отходов. Правильная раскладка обеспечивает наименьшие потери сырья и позволяет снизить расходы компании на материалы. При этом нужно учитывать особенности ткани: наличие долевой и поперечной нитей.

Поставленная задача является задачей комбинаторной оптимизации [1]. Впервые её сформулировал Л. В. Канторович в 1939 году. Позднее он вместе с В. А. Залгаллером предложили решать задачу использования ресурсов с помощью линейного программирования [2]. Поставленная задача состоит их двух частей: выбор всех возможных вариантов раскроя материала и определение применяемости каждого из этих раскроев. Рассчитанный план должен обеспечивать нужное количество заготовок и при этом давать наименьшее количество отходов.

В работе исследуются различные методы оптимизации, с помощью которых можно решить задачу размещения лекала на плоскости с наименьшими потерями сырья. В случае фигурных заготовок задача не может быть сведена к простому решению при помощи линейного программирования, поскольку поиск возможных раскладок проблематичен. Рассмотрен вариант решения, при котором фигурная заготовка заключается в прямоугольник, занимающий минимальную площадь, что сводит задачу к более простой.

Рассмотрены различные варианты данной задачи для выбранной компании, одним из которых является многокритериальная задача выбора материалов. Зачастую изделия швейной промышленности состоят из нескольких видов материалов [3]. Из N различных материалов с присущими им разнообразными характеристиками нужно выбрать наиболее желательный для использования. Наиболее распространенным методом решения является метод поиска множества Парето среди множества всех материалов [4]. Именно он и используется при решении.

Для минимизации расхода материала была разработана программа, позволяющая вычислить необходимый ассортимент заготовок из всех необходимых материалов.

Список литературы:

1. Ватутин Э. И., Титов В. С., Емельянов С. Г. Основы дискретной комбинаторной оптимизации. М.: Аргамак-Медиа, 2016.
2. Канторович Л. В., Залгаллер В. А. Рациональный раскрой промышленных материалов. — Новосибирск: Наука, 1971.
3. Тим Ганн. Библия моды. — Москва: Азбука-Аттикус, 2014
4. Ногин В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.

Оптимальное управление движением составной системы на плоскости

Евдокимова Е.А.
Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Бортаковский А.С.
МАИ, Москва
evdokimovaekan@mail.ru

Рассмотрим модель гибридной системы переменой размерности (ГСПР), представляющей собой плоское движение составного объекта. Непрерывное движение чередуется с переключениями. При каждом переключении от составного объекта отделяется несколько

простых объектов, т.е. количество объектов управления увеличивается. Непрерывное движение системы описывается дифференциальными уравнениями, а переключения – рекуррентными. Таким образом, при каждом переключении размерность управляемой системы увеличивается.

Ставится задача достижения фиксированных терминальных положений (целей) простых объектов. Качество управления оценивается максимальным временем достижения всех целей, т.е. решается задача быстродействия группы объектов. При этом учитывается не только время непрерывного движения, но и время, затраченное на изменение направления движения.

Для синтеза оптимального управления ГСПР используются достаточные условия [1], которые позволяют свести решение задачи к конечномерной оптимизации. Задача представляет собой рекуррентный поиск оптимальных позиций разделения составного объекта управления. Рекуррентная процедура заключается в последовательной минимизации времени достижения заданного подмножества целей. Разработан алгоритм численной реализации этой процедуры. Эффективность алгоритма демонстрируется на академических примерах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-08-00128-а).

Список литературы:

1. Бортаковский А.С. Достаточные условия оптимальности гибридных систем переменной размерности // Тр. МИАН, 2020, т. 308.

Метод исключения переменных в полиномиальных задачах оптимизации и его применение для решения некоторых алгебраических и оптимизационных задач

Жарких А.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Нефедов В.Н.
МАИ, Москва
alexvzhar@gmail.com

При решении некоторых задач оптимального управления летательными аппаратами нередко приходим к необходимости нахождения решения систем алгебраических уравнений или полиномиальных задач оптимизации (см., например, [1]).

Одним из подходов к решению системы алгебраических уравнений $Pi(X1,\ldots,Xn) = 0$, $i = 1,\ldots,m$, где Pi – полиномы, или нахождения решения этой системы, на котором достигается максимум (или минимум) полинома $Po(X1,\ldots Xn)$, является последовательное исключение переменных.

Например, метод последовательного исключения переменных используется в алгоритме Бухбергера приведения системы полиномов $P1,\ldots,Pm$ к минимальному редуцированному базису Гребнера идеала $I = (P1,\ldots,Pm)$ (см. [2]).

Другим возможным подходом является метод последовательного исключения переменных в полиномиальных задачах оптимизации (см. [3]).

Каждый из двух приведенных подходов (существуют и другие) обладает рядом преимуществ и недостатков.

К преимуществам первого подхода является эквивалентность исходной системы алгебраических уравнений и системы уравнений относительно минимального редуцированного базиса Гребнера для этой системы.

Напротив, в методе последовательного исключения переменных строится несколько альтернативных систем, или рассматривается несколько альтернативных задач, в объединении решений которых содержатся искомые решения («лишние» решения отсеиваются после подстановки в исходную задачу). К преимуществу второго подхода следует отнести более оптимистическую оценку для степени многочленов от одной переменной, к нахождению множества действительных корней которых сводится нахождение одного или нескольких решений исходной задачи.

Кроме того, возможно использование в алгоритме исключения переменных идей обоих методов.

Перечислим некоторые задачи, которые можно решать с помощью метода последовательного исключения переменных в полиномиальных задачах оптимизации:

1. Нахождение конечного множества изолированных решений исходной системы алгебраических уравнений.
2. В случае бесконечного множества решений и отсутствия изолированных решений – нахождение одного из решений, доставляющего минимум суммы квадратов переменных.
3. Получение ответа на вопрос о совместности исходной системы.
4. Нахождение одного из решений исходной полиномиальной задачи оптимизации для случая, когда множество её решений не является пустым.

Следует отметить, что для метода исключения переменных в полиномиальных задачах оптимизации теоретически нет ограничений на количество переменных n и степени полиномов Pi. Однако на практике этот метод может быть применен лишь при небольших n и r – максимальной степени полиномов Pi.

Был разработан комплекс программ, позволяющий решать перечисленные задачи для небольших n и r.

Список литературы:

1. Федоренко Р.П. Приближенное решение задач оптимального управления. – М.: Наука, 1978. – 488 с.
2. Аржанцев И.В. Базисы Гребнера и системы алгебраических уравнений. – М.: МЦНМО, 2003. – 68 с.
3. Нефедов В.Н. Полиномиальные задачи оптимизации // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 1987. Т. 27, №5. С. 661-675.

Применение мультиагентного алгоритма оптимизации, основанного на использовании линейных регуляторов управления движением агентов, к задачам оптимизации параметров технических систем

Каранэ М.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Пантелеев А.В.
МАИ, Москва
mmarselina@mail.ru

Проблема поиска экстремума функций крайне актуальна, так как она возникает во многих областях науки и техники. В прикладных задачах, как правило, требуется оптимизировать многоэкстремальные целевые функции со сложной структурой поверхностей уровня при наличии наложенных ограничений типа равенств и неравенств. Это усложняет процесс поиска экстремума так, что многие известные классические методы оптимизации часто не справляются с особенностями целевых функций. В связи с этим большое значение имеет разработка более универсальных алгоритмов, например, таких как метаэвристические мультиагентные алгоритмы. Они не имеют четкого обоснования, содержат в себе несколько эвристических процедур и их сходимость не доказана, но при этом они успешно справляются с поставленными задачами различного уровня сложности.

В работе предлагается мультиагентный алгоритм, в основе которого лежит использование линейных регуляторов для управления движением группы агентов. Эти агенты генерируются на множестве допустимых решений на начальном этапе алгоритма и впоследствии над агентами проводятся некоторые операции, которые ведут к получению решения поставленной задачи. На втором этапе происходит фиксирование наилучшего агента, которому соответствует наилучшее значение целевой функции и деление всех оставшихся агентов на четыре равные группы. Для каждой группы происходит поиск оптимального управления с полной обратной связью по вектору состояния. Для первой группы минимизируется критерий качества управления агентами на конечном промежутке времени. Для второй группы минимизируется критерий качества управления агентами на бесконечном промежутке

времени. Для третьей группы минимизируется полуопределенный критерий качества (критерий обобщенной работы) управления агентами на конечном промежутке времени. Для четвертой группы минимизируется приращение критерия качества управления агентами (локально-оптимальный подход). На конечном этапе с помощью найденного управления проводится пересчет положения агентов на множестве допустимых решений и выбор наилучшего агента. Процесс заканчивается по достижению заданного числа итераций.

На основе предложенного алгоритма разработано программное обеспечение и с его помощью проверена эффективность алгоритма на модельных примерах – функций двух переменных со сложной структурой линий уровня. Помимо этого, решена прикладная задача определения параметров компрессионной пружины с учетом физических ограничений. Целью является определение минимальной по весу конструкции пружины, для чего требуется определить следующую совокупность параметров: диаметр проволоки, средний диаметр витка и число активных витков. Также конструкция пружины должна удовлетворять ограничениям по минимальному отклонению, напряжению сдвига, частоте колебаний и ограничениям на внешний диаметр. Сравнение результатов применения алгоритма с другими методами поиска глобального экстремума подтвердило его работоспособность при решении достаточно сложных прикладных задач.

Метод покрытия вершин ориентированного графа для решения прикладных задач о назначениях

Князятов М.О.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Рассказова В.А.
МАИ, Москва
mike-99@bk.ru

Теория графов и её многочисленные приложения в настоящее время являются одним из интенсивно развивающихся разделов математики, которые тесно и органично связаны с информационными технологиями. Одно из применений они находят в прикладных задачах о назначениях, т. е. в задачах нахождения оптимального перемещения. Каждый человек в течении дня на уровне подсознания неоднократно решает такую задачу, перемещаясь:

- Из дома на работу и обратно;
- Из дома или работы в театр, в кино, в ресторан и т.д.;
- В столовую во время обеда, по помещениям и учреждениям во время работы, и т.п.

В своей общественно-практической деятельности человек также каждодневно решает задачи оптимального перемещения:

- Грузов;
- Войск;
- Готовой продукции и комплектующих в процессе её производства;
- Пассажиров и многого другого.

В работе будут разбираться и задействоваться разные алгоритмы для решения задач о назначениях ж/д перевозок. Кроме времени, вершин (станций, стыков и т. д.) и рёбер (участок ж/д), будут учитываться: мах допустимый вес поезда и мах допустимая скорость на данном ребре, множество локомотивов и вагонов, вес локомотива и мах вес всего состава, мах допустимая скорость локомотива и множество разных прочих факторов от стоимости прицепки вагонов до минимального допустимого расстояния между двумя поездами на одном перегоне.

На данных момент построен ориентированный граф зависимостей перевозок с использованием исходных данных, построена матрица максимальных по включению путей и реализован алгоритм назначения и перемещения локомотивов. Далее был реализован алгоритм быстрой сортировки построенной матрицы путей с использованием набора эвристических критериев сортировки.

Список литературы:
1. Гайнанов ДН, Коныгин АВ, Рассказова ВА. Моделирование грузовых железнодорожных перевозок методами теории графов и комбинаторной оптимизации // Автоматика и телемеханика. 2016. № 11. С. 60-79. --- Постановка задачи о назначениях и перемещении локомотивов.
2. Гайнанов ДН, Кибзун АИ, Рассказова ВА. Теоретико-графовый алгоритм решения задачи о назначении и перемещении локомотивов // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2017. № 5. С. 51-56. --- Алгоритм покрытия вершин ориентированного графа минимальным числом простых максимальных по включению путей --- базовый алгоритм для решения задачи, описанной в [1].

Разработка и использование методов оптимизации в машинном обучении процедуры поиска параметров непрерывных динамических систем

Лобанов А.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Пантелеев А.В.
МАИ, Москва
lobbsasha@mail.ru

В данной работе предлагается два способа решения задачи оценки неизвестных параметров динамических моделей, описываемых дифференциально–алгебраическими уравнениями.

Оценка параметров динамической системы на основе измерений является важной задачей в промышленной и научной практике. Поскольку качество модели напрямую связано со значениями её параметров, важно получить глобальные, а не локальные оптимальные значения. Как правило, решая эту задачу исследуются статистические свойства этих оценок. В таких подходах предполагается, что известна какая-либо информация об исследуемом явлении. Алгоритмы для построения оценок разрабатывались на основе этой информации [1].

Рассмотрим более подробно задачу, которая решалась в этой работе. Имеется модель динамической системы с неизвестными параметрами, причём вид уравнений, описывающих систему, может быть как линейной, так и нелинейной СОДУ. На параметры наложены ограничения. Известны наблюдения за состоянием системы в определённые моменты времени.

Так как в нашем случае поставленная задача похожа на задачу линейной регрессии, то предлагается применить следующие методы оптимизации, использующие информацию о градиенте [2]: SGD, Classical Momentum, NAG, AdaGrad, RMSProp, AdaMax, Nadam.

Кроме того, разработан и применен модифицированный метод оптимизации нулевого порядка, использующий при поиске информацию только о величине целевой функции: минипакетный адаптивный метод случайного поиска (МАМСП), в котором применяется идея метода стохастического градиентного спуска о вычислении направления поиска по достаточно малому количеству реализаций. В частности, при подсчете значения целевой функции предлагается выбирать случайным образом одну, две, три и т.д. реализации, образующие минипакет.

В процессе решения задачи условной оптимизации может возникнуть сложность. Целевая функция зависит от решения СДУ. Как уже упоминалось, система дифференциальных уравнений может быть как линейная, так и нелинейная. Когда система линейная, аналитическое решение удаётся найти, что позволяет брать производные целевой функции по параметру и использовать методы оптимизации, использующие информацию о градиенте, применяемые в машинном обучении. Когда система нелинейная, предлагается два подхода решения этой системы: либо применять методы нулевого порядка (метод случайного поиска с последовательной редукцией области исследования, адаптивный метод случайного поиска) [3], либо пользоваться конечно-разностной аппроксимации для нахождения частных производных по параметрам.

В работе предложен минипакетный алгоритм адаптивного случайного поиска решения задачи оценивания параметров динамических систем, использующий идеи машинного обучения на больших данных, сформированы и реализованы алгоритмы решения задачи поиска параметров динамических систем с применением градиентных методов оптимизации в машинном обучении: NAG, Nadam, Adamax, Adam, RMSProp, AdaGrad, Classical Momentum, SGD. Решены три модельных примера оценивания параметров химической системы [1, 4]. Проведен сравнительный анализ эффективности алгоритмов оптимизации.

Список литературы:

1. Bard Y. Nonlinear parameter estimation.- Academic Press: New York, 1974.
2. Пантелеев А.В., Лобанов А.В. Градиентные методы оптимизации в машинном обучении идентификации параметров динамических систем //Моделирование и анализ данных, 2019, №4.
3. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие/ А.В. Пантелеев, Т.А. Летова.– М.: Логос, 2011.
4. Пантелеев А.В., Крючков А.Ю. Метаэвристические методы оптимизации в задачах оценки параметров динамических систем // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2017. 20. №2. С. 37–45.

Реализация генетического алгоритма на примере задачи оптимального вложения капитала на банковские счета

Малашонок С.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Потапова З.Е.
МАИ, Москва
maomix@mail.ru

В настоящее время выгодное инвестирование является одной из самых актуальных и сложных задач. На уровень доходности инвестиционных вложений влияют тысячи причин: экономические кризисы, инфляция, финансовая неграмотность, скачки валютного курса, биржевые катаклизмы. Однако у инвестора есть эффективный практический способ если не устранить риски полностью, то значительно минимизировать их. Этот способ называется «формирование инвестиционного портфеля». Будем считать, что инвестиционный портфель – это набор различного рода ценных бумаг с разной степенью доходности, ликвидности и срока действия, принадлежащий инвестору и управляемый как единое целое[1].

Для решения задачи формирования инвестиционного портфеля можно использовать генетические алгоритмы. Такая задача содержит в себе множество условий, а генетические алгоритмы, как поисковые механизмы, должны учесть их все и выбрать оптимальное решение.

Постановка задачи выглядит следующим образом. Задана сумма вклада в каждый из выбранных банков, срок вложения, таблица процентов вложений в каждый банк, общий срок вложения в месяцах. Необходимо найти такую хромосому (последовательность генов: номер банка–срок вложения), чтобы прибыль получилась максимальной. При этом допускаются неограниченные перемещения из банка в банк, в том числе вложение только в один из выбранных банков.

Применяя генетический алгоритм, можно выделить следующие его этапы:

1. Задать целевую функцию (приспособленности) для особей популяции. В нашей задаче она определяется как величина прибыли, которую можно получить при вложении в выбранный банк под процент.
2. Создать начальную популяцию, то есть необходимо сгенерировать группу особей.

Генерация особи – генерируется единственная хромосома. Генерация хромосомы – генерируются гены, пока общий срок вложения не будет превышать заданный. Затем срок вложения последнего гена укорачивается, чтобы общий срок был равен заданному. Генерация гена – сначала случайным образом выбирается банк. Затем в соответствии с планом этого банка случайно генерируется срок вложения (от 1 до максимального срока вложения в данный банк).

(Начало цикла)

3. Размножение (скрещивание). Потомок генерируется следующим образом: берутся 2 особи. Пока общий срок потомка меньше половины заданного срока, поочередно копируем гены первого родителя. Затем копируем гены второго родителя поочередно, начиная с первого после середины (по общему сроку вложения). В итоге получаем потомка, у которого первая половина похожа на первого родителя, а вторая на второго.

4. Мутация. Происходит случайное изменение генов потомка, изменяются гены номер банка–срок вложения.

5. Вычислить значение целевой функции для всех особей, определить прибыль, полученную в каждом варианте вложения.

6. Формирование нового поколения (селекция). Отбор особей, имеющих наибольшую функцию приспособленности. Остальные подвергаются уничтожению.

7. Если выполняются условия остановки, то (конец цикла), иначе (начало цикла). Если среднее арифметическое функций приспособленности данного поколения отличается от предыдущего меньше, чем на заданное эпсилон – окончание итераций.

В обозначениях нашей задачи:

• Особь состоит из одной хромосомы;

• Хромосома – последовательность генов;

• Ген – номер банка и срок вложения в него;

В процессе работы генетический алгоритм генерирует решения задачи, все более приближаясь к оптимальным решениям. Одновременно накапливается и обрабатывается статистическая информация о целевой функции, что приводит к повышению вероятности получения оптимального решения.

Разработанный генетический алгоритм был применен на реальных банках. Было выбрано 4 банка с разными сроками и суммами вкладов. Выбранные банки: Сбербанк, Тинькофф Банк, Райффайзен Банк, Росбанк. Начальный вклад – 50000 руб., срок – 60 месяцев.

В ходе проведения 4 тестов были получены следующие результаты:

1. В 2 тестах получен глобальный максимум. Наиболее выгодным оказался вклад в Тинькофф Банк на 1 год.

2. Росбанк оказался более выгодным для вложения на срок от 1 года, несмотря на то, что количество сгенерированных особей (вариантов решений) было небольшим.

3. Снижая количество особей начальной популяции, решение задачи приближается к глобальному максимуму, но не достигает его, то есть решение не является оптимальным. Если сильно уменьшить число особей начальной популяции (цепочек генов номер банка–срок вложения), то решение получается плохим.

Список литературы:

1. Протасов В.И. Конструирование метасистемных переходов в интеллектуальных системах. – Москва-Протвино. Институт физико-технической информатики, 2009, 187 стр.

Исследование вероятностной постановки игровой задачи

Мерзликина С.Д.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Иванов С.В.
МАИ, Москва
sv.merzlikina@mail.ru

Рассматривается игра двух лиц, каждый из которых выбирает свои стратегии из конечных множеств. Выигрыши игроков задаются двумя матрицами. В качестве функций выигрышей игроков рассматриваются функции вероятности, определяемые как вероятности непревышения заданных значений уровня допустимых потерь. Для каждого из игроков может быть установлен собственный уровень допустимых потерь, характеризующий его склонность к риску. Ставится задача поиска равновесия по Нэшу в сформулированной игре. Если такого равновесия не существует, то рассматривается расширение данной игры, в котором допускаются смешанные стратегии. Равновесием по Нэшу называется ситуация, при которой

игрокам невыгодно отклоняться от выбранных стратегий по причине того, что ни один из них не сможет увеличить свой выигрыш, в одностороннем порядке меняя свою стратегию.

Показано, что поставленная задача эквивалентна задаче поиска равновесия по Нэшу в биматричной игре со специальным образом построенными матрицами выигрышей, состоящими из нулей и единиц. В указанной матрице элемент равен единице, если его противоположное значение меньше допустимого уровня потерь, в противном случае элемент матрицы равен нулю.

Для поиска равновесных стратегий игроков в случае прямоугольных матриц выигрышей (платежей) используется алгоритм, заключающийся в переборе всех возможных спектров стратегий, т.е. множеств стратегий, выбираемых с ненулевой вероятностью. Полученная задача сводится к решению систем линейных уравнений.

Приводятся результаты вычислений для нескольких примеров. Данные примеры описывают конкуренцию нескольких фирм в борьбе за привлечение потребителей. Полученные результаты сравниваются с решением классической биматричной игры в смешанных стратегиях

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 20-37-70022).

Аналитические и численные методы гашения колебаний движущегося полотна

Неборонов М.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
neboronov@gmail.com

Сейчас рассматриваемая задача актуальна для таких производственных процессов, которые связаны с продольным движением плоских материалов. Яркими примерами данных процессов являются конвейерные ленты (например, бумажные и металлические). Для таких процессов крайне нежелательны возникающие поперечные колебания (возмущения), которые описываются гиперболическим уравнением с начальными и краевыми условиями. При это отклонения происходят с течением времени как относительно стороны вдоль пластины, так и поперек.

Следовательно, возникает задача гашения колебаний движущегося полотна за конечное время. Аналитическим решением является сведение задачи к тригонометрической проблеме моментов на произвольном временном отрезке. Находится минимальный во всём классе допустимых возмущений временной отрезок, на котором образующая проблему моментов тригонометрическая система является базисом Рисса на этом отрезке, что позволяет, используя сопряженную ей систему, найти в виде ряда соответствующее минимальному времени гашения колебаний оптимальное управление и, с помощью этого, построить оптимальный демпфер. Для приближенного и численного решения задачи вводятся различные классы демпферов, позволяющие, в частности, установить необходимые условия оптимальности в форме принципа максимума Л.С. Понтрягина или получить численные решения задачи, используя методы условной оптимизации и градиентного спуска.

Для приближенного решения задачи мной были использованы следующие численные методы: метод матричной прогонки с использованием явной схемы – для решения дифференциального уравнения, метод наискорейшего градиентного спуска – для оптимизации решения в 2-х областях отрезка, на котором происходит движение, метод дихотомии – для минимизации функции для применения её в методе градиентного спуска. Для вычислений и визуализации результатов с помощью графиков была использована среда разработки MATLAB. Так же необходимо было подобрать параметры уравнения, заданного в общем виде, исходя из критерия сходимости методов, что и было мной сделано.

Таким образом, задача решается за конечное время, и имеет место визуальное представление гашения полотна и работы демпферов на конечном временном отрезке.

Методы построения гарантирующего решения в задаче быстродействия для линейной нестационарной дискретной системы

Новожилкин Н.М.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Ибрагимов Д.Н.
МАИ, Москва
nikitanovozhilkin261@gmail.com

Рассматривается конечномерная нестационарная линейная система управления с дискретным временем и ограниченным управлением. Предполагается, что множество допустимых значений управления является выпуклым и компактным, фазовое пространство – нормированным, а оператор системы – линейным и ограниченным. Для заданной системы решается задача быстродействия: требуется построить допустимый процесс, переводящий систему за минимальное число шагов из некоторого заданного начального состояния в начало координат.

Основное затруднение при использовании классических методов теории оптимального управления для систем с дискретным временем является их кардинальное отличие от непрерывных систем. Тогда как задача оптимального управления для непрерывного времени представляет собой задачу вариационного исчисления, в дискретном случае она является задачей нелинейного программирования большой размерности, что определяет принципиально иной набор средств её решения, необходимых и достаточных условий оптимальности. В частности, известен основанный на методе множителей Лагранжа, дискретный принцип максимума.

Основной целью данной работы является построение достаточных условий, при которых гарантирующее решение также является и оптимальным в исходной задаче быстродействия. Удается доказать, что в случае, когда метод полиэдральной аппроксимации гарантирует сходимость построенных последовательностей многогранников к исходным множествам U(k) в смысле расстояния Хаусдорфа, то почти для всех начальных состояний последовательность оптимальных значений критерия качества управления также сходится к оптимальному значению критерия качества исходной системы. Данный факт позволяет на основе методов полиэдральной аппроксимации и средств линейного программирования построить оптимальное по быстродействию управление для системы с произвольными выпуклыми ограничениями на управление.

В работе рассмотрен критерий выбора метода полиэдральной аппроксимации, при использовании которого последовательность гарантирующих решений сходится к оптимальному. Доказано, что в случае использования полиэдральной аппроксимации, сходящейся к исходному множеству в смысле метрики Хаусдорфа, критерий качества управления также сходится к оптимальному значению.

Решение задачи о назначениях на примере задачи по распределению студентов на практику

Пенькова К.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шестакова О.В.
МАИ, Москва
penkova_ksenia@mail.ru

Целью исследования является решение задачи о назначениях на примере задачи по распределению студентов на практику.

Задача о назначениях и методы её решения разобраны в большом количестве научных работ и исследований, так как её применение в различных сферах достаточно широко. Но несмотря на существование общих методов решения, задача о назначениях в своих различных модификациях не потеряла своей актуальности. В настоящее время разрабатываются расширения стандартной задачи, а также ищутся более эффективные алгоритмы её решения.

Задача о назначениях является частным случаем транспортной задачи, одной из фундаментальных задач в области исследования операций. Впервые данная проблема была сформулирована французским математиком Гаспаром Монжем в 1781 году. Тогда же были предложены и методы решения. У истоков создания теории линейного программирования стоял русский учёный - Л. В. Канторович.

Поставленная задача состоит из следующих частей:

1) Получение необходимых теоретических знаний в области исследования операций, а также изучение сфер применения задачи о назначениях.

2) Сравнение существующих методов решения, оценка их эффективности и простоты.

3) Обоснование целесообразности применения венгерского метода для решения предложенной задачи по распределению студентов на практику.

Для решения задачи о назначениях можно воспользоваться любым методом линейного программирования. Для решения транспортной задачи был разработан метод потенциалов, являющийся модификацией симплекс-метода. Также и для решения задачи о назначениях был разработан более эффективный и краткий метод решения – венгерский алгоритм, учитывающий специфические особенности задачи. Именно этот метод рассматривается в исследовании.

Используя математические методы и проведя расчеты, было найдено решение задачи о распределении студентов на практику с помощью венгерского метода. Данное решение может быть применено на практике и поможет значительно облегчить данную проблему для различных учебных заведений.

Список литературы:

1. Банди Б. Основы линейного программирования – М.: Радио и связь, 1989. http://www.staff.ulsu.ru/semoushin/_index/_pilocus/_gist/docs/mycourseware/3-numethopres/2-reading/bunday-lp.pdf

2. Кузовлев Д. И., Тизик А. П., Тресков Ю. П. Задача о назначении с дополнительными работами и исполнителями // Технические науки в России и за рубежом: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Москва, ноябрь 2012 г.). — М.: Буки-Веди, 2012.
https://moluch.ru/conf/tech/archive/55/2866/

3. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике – М.: Юнити, 2005.
http://padabum.com/d.php?id=35094

Построение индивидуальной траектории обучения на базе вероятностного анализа работы студентов группы

Сапунова А.П.
Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Наумов А.В.
МАИ, Москва
sap2603@mail.ru

В данной работе разрабатывается алгоритм построения индивидуальной траектории обучения для пользователя системы дистанционного обучения. Предполагается, что необходимый пользователю курс разбит на несколько разделов, которые он должен изучить для освоения данной дисциплины. После каждого раздела пользователю нужно решить тест определенного уровня сложности. Сложность заданий теста определяется экспертом или с помощью специальных алгоритмов, основанных на модели Раша. Целью данной работы является определение, какого уровня сложности тест необходимо выдавать студенту в конце каждого раздела, чтобы он соответствовал уровню его подготовки. Решение о том, какой должна быть сложность выдаваемого теста, предлагается принимать на основе того, к какой категории принадлежит пользователь (например, «отличник», «хорошист» и т.д.). Таким образом, на каждом этапе обучения предлагается решать задачу классификации пользователя в одну из категорий. Для решения задачи классификации используется байесовский подход. Подразумевается, что пользователь совмещает очную и дистанционную форму обучения, т.е. он очно посещает лекции и семинары, а после изучения определенного раздела дисциплины

дистанционно выполняет задания в электронном учебнике. Таким образом, в ходе обучения у него формируется рейтинг, который рассчитывается с учетом его посещаемости, выполнения теста из предыдущего раздела учебника и оценок за рубежные контроли в семестре. На основе этого рейтинга и статистики прохождения этого же курса студентами, ранее изучавшими его, в ходе работы рассчитывается вероятность принадлежности пользователя к каждой из категорий. Пользователь попадает в ту категорию, для которой эта вероятность получается наибольшей. Приводятся результаты численного эксперимента.

Применение метода экстраполяции для профориентации абитуриентов

Смирнова А.М.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Пегачкова Е.А.
МАИ, Москва
dimetra.09@mail.ru

Прогнозирование - это процесс создания предположений на будущее по произошедшим событиям, текущим данным и популярным тенденциям. Выстраивание прогнозов необходимо в современном обществе. Вероятность ошибки является наиважнейшим фактором для прогнозирования, так что необходимо учитывать уровень неопределенности прогноза.

Социальное прогнозирование - это исследование объектов анализа с огромным охватом, опирающихся на различные методы. Главные признаки, которые помогают разделить методы по степени формализации, принципу действия и средству получения информации, используются для классификации.

Уровень формализации может быть различным в методах прогнозирования в зависимости от предмета исследования; средства получения прогнозной информации различны, к ним относят: вероятностное моделирование, морфологический анализ, метод интервью, методы ассоциативного моделирования, написания сценариев и прочие. Основными методами социального прогнозирования считаются методы экстраполяции, экспертизы и моделирования.

Экстраполяция предполагает распространение выводов одной части определенного явления на другую часть, на явление в общем, на будущее. В данном методе выделяют основные закономерности, в будущем действующие в нашем прогнозе. Например, по наблюдениям за отдельными представителями какой-либо определенной социальной группы мы можем сделать выводы об уровне её развития; а также, изучив закономерности прошлого, выявить перспективы.

Экстраполяционный метод является наиболее часто используемым. Именно его стоит рассмотреть в качестве применимого для помощи абитуриентам в определении их будущего.

В современном мире невероятно больших возможностей ученикам старшей школы бывает крайне тяжело определиться со своим будущим обучением. Широкий спектр институтов, направлений, кафедр иногда сбивает ребят с толку, и они выбирают специализацию, порой запутавшись, не выясняя учебного плана и того, какая же профессия ждет на выходе с того или иного направления. Из-за этого в лучшем случае возникают перебежки между направлениями, а в худшем — разочарование в получении образования и отчисление.

Абитуриентам МАИ можно помочь сделать выбор внутри нашего института! Создание профориентационного тестирования с учетов баллов ЕГЭ и статистикой прошлых лет поступления существенно упростили бы жизнь ребятам, помогли бы определить между направлениями или открыть для себя некое новое направление, о котором они до этого не слышали, но с удовольствием бы на него поступили. Так можно было бы не только оказать поддержку ребятам и их родителям, но и увеличить поток абитуриентов, а также избежать отчислений по собственному желанию.

Именно с помощью метода экстраполяции возможно наиболее удобное проведение необходимых закономерностей, чтобы по ним можно было сделать выводы, а затем индивидуально проконсультировать каждого поступающего, помочь ему сделать правильный выбор.

Применение метода имитации поведения стаи стрекоз в задачах оптимального управления дискретными детерминированными системами

Становская Я.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Пантелеев А.В.
МАИ, Москва
stanovskaia@gmail.com

Применение методов оптимизации в технических задачах приводит к необходимости разработки новых подходов в силу использования нелинейных целевых функций и ограничений разных типов. Одними из современных направлений в теории оптимизации являются метаэвристические алгоритмы и их модификации. В работе рассматривается метод имитации поведения стаи стрекоз поиска условного глобального экстремума. Для анализа его эффективности в качестве тестовых были выбраны многоэкстремальные функции двух переменных, для которых ответ уже известен, что позволяет оценить точность работы программного обеспечения.

Рассмотрено применение метода имитации поведения стаи стрекоз к решению задачи оптимального управления дискретными системами, в которой поведение модели объекта управления описывается системой разностных уравнений. Для каждой из рассмотренных в работе задач задано начальное состояние системы и ограничение на управление, множество допустимых процессов. На множестве допустимых процессов определен функционал. Требуется найти максимальное значение функционала и оптимальный процесс, на котором это значение достигается. Поиск решения происходит с помощью описанного алгоритма. Точное решение задачи поиска оптимального управление уже известно. Это позволяет сравнить значение критерия, полученное с помощью алгоритма имитации поведения стаи стрекоз, с точным и исследовать корректность работы метода.

В работе представлены результаты работы метода имитации поведения стаи стрекоз, рекомендации по выбору параметров метода при решении задачи управления. Решены две модельные задачи нахождения оптимального управления дискретными системами, представлены полученное управление и траектории. Произведен анализ эффективности алгоритма при разных значения числа дискретных шагов, задающего горизонт управления.

Оптимизация распределения ресурсов многопрофильного холдинга на основе применения генетического алгоритма

Суркина Л.А., Артемов Н.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Чернова Т.А.
МАИ, Москва
liliyasurkina@yandex.ru

Основной задачей работы является повышение обоснованности принятия решений при управлении инвестициями. Решение этой задачи основано на математической формализации формирования портфеля реальных финансовых вложений предприятия. Для оптимального распределения инвестиционных ресурсов предприятия предлагается использовать генетический алгоритм.

Современный холдинг имеет различные направления деятельности. В условиях конкуренции возникает множество причин, которые влияют на финансовый результат, и появляется возможность выбора из множества доступных вариантов инвестиционных стратегий. Поэтому сложно оценить уровень риска при вложении денежных средств в тот или иной объект инвестирования. Трудно основываться лишь на личном опыте и интуиции, чтобы оценить обоснованность и последствия того или иного инвестиционного решения. В связи с этим появляются формализованные подходы к управлению инвестиционными программами, к управлению финансами.

Таким образом, основная задача данной работы — выбор проектов, которые будут приносить максимальный доход при минимальном инвестиционном риске, при этом должны выполняться следующие условия:

1) общая стоимость проектов, выбранных для реализации, не должна превышать суммы доступных средств предприятия;

2) суммарная рискованность формируемого инвестиционного портфеля не должна превышать определённых ограничений;

3) рентабельность инвестиционного портфеля не должна превышать допустимую норму прибыли на капитал.

Для формирования оптимального инвестиционного портфеля применяется метод эволюционной оптимизации — генетический алгоритм, который позволяет автоматизировать решение данной задачи. Разработана программа распределения инвестиционных ресурсов, в основу которой положено использование генетического алгоритма.

Список литературы:

1. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами М.: МПСИ, 2005. – 584 с.

2. Гладков Л.А. Генетические алгоритмы: учебник / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик ; под ред. В.М. Курейчик. — Москва: Физматлит, 2010. — 317 с.

3. Чернова Т.А., Вериго С.А., Федотов И.В. Оптимизация распределения ресурсов сложных динамических систем по заданной целевой функции. Автоматизированные системы управления №6. 2011 г. — с. 30-32.

Численное решение оптимизационной задачи взаимодействия жёстких штампов с упругой средой

Таранов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Михайлов И.Е.
МАИ, Москва
alex.taranov.1998@mail.ru

В докладе предлагается численный алгоритм решения задачи оптимизации формы штампа $h = h(r, \varphi)$, $0<r\leq R$, $0\leq\varphi<2\pi$, взаимодействующего без трения с упругой средой, заполняющей полупространство. Задача заключается в отыскании распределения нормальных деформаций в области контакта при приложении к этой области неотрицательного давления. В качестве искомой функции принимается форма штампа. Роль минимизируемого функционала играет среднеквадратичное рассогласование между фактической деформацией, отвечающей форме штампа, и некоторой заданной функцией. Предполагая величины внешних воздействий на штамп заданными, сформулируем следующую задачу оптимизации: требуется определить форму штампа, доставляющую минимум функционалу рассогласования, при наличии ограничений на толщину штампа.

Нормальная деформация упругой среды под действием распределенной нагрузки описывается краевой задачей для эллиптического уравнения в частных производных четвертого порядка. Для решения задачи был предложен алгоритм расчета. Эллиптическое уравнение сводится к системе двух уравнений Пуассона. Так как в полярных координатах уравнения Пуассона имеют сингулярность при $r=0$, то в расчетной области вводится сетка, сдвинутая на полшага по r. Численное решение задачи осуществляется с использованием двух итерационных процессов: внутреннего – для решения задачи деформации среды под действием штампа заданной формы, и внешнего – для определения переменной толщины штампа, минимизирующей функционал рассогласования с учетом ограничений на толщину штампа.

Приводятся примеры расчетов, подтверждающие эффективность алгоритма при различных видах заданной функции.

Список литературы:

1. V.Komkov, Optimal control theory for the damping of vibration of simple elastic systems, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, new-York, 1972. 158 с.

2. Баничук Н.В. Оптимизация форм упругих тел, М.: Наука, 1980. 256 с.
3. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы, М.: Наука, 1989. 432 с.
4. Самарский А.А., Андреев В.Б., Разностные методы для эллиптических уравнений, М.: Наука, 1976. 352 с.
5. Lions J.-L., Remark on the Relationship Between Free Surfaces and Optimal Control of Distributed Systems. Optimization Techniques. Part 1. Lectures Note in Control and Information Science. Springer-Verlag, N 6, 1978. 28-40 с.
6. Эйниев Э.Т., Некоторые задачи оптимизации форм тонких механических пластин, Автореф. дис. на соиск. учен. степени кандидат физ.-мат. наук, М., 2000. 92 с.

Двусторонняя оценка функции Беллмана в задаче оптимального удержания траекторий дискретной стохастической системы в трубке по критерию вероятности

Тарасов А.Н.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Кибзун А.И.
МАИ, Москва
tarrapid@gmail.com

Исторически методы оптимального управления дискретными стохастическими системами с вероятностным критерием нашли популярность в различных отраслях, например, в аэрокосмических [1, 2], экономических [3] и робототехнических [4] приложениях. Для рассматриваемого класса задач получены качественные свойства, определяющие существование оптимального решения [1, 5]. Но следует отметить, что в этих работах в качестве критерия используется вероятность попадания терминального состояния на некоторое множество, получены достаточные условия оптимальности в форме метода динамического программирования. Для задачи удержания системы в трубке были получены аналогичные результаты в работе [7].

Для задачи удержания системы в трубке слабо проработана методологическая и алгоритмическая составляющая. Это прежде всего связано с вычислительной сложностью и проклятием размерности для метода динамического программирования, а при необходимости получение аналитического решения даже для относительно «простых» систем и малоразмерных задач известны результаты в основном для одношаговых [6] и двухшаговых постановок [2]. По этой причине стала развиваться теория для нахождения приближенного решения данное направление получило развитие в работе [8], где были найдены двусторонние границы функции Беллмана, на основе которых был предложен алгоритм поиска субоптимального управления.

В настоящей работе исследуется задача оптимального управления дискретной стохастической системой с критерием вероятности пребывания её траекторий в трубке. С помощью метода динамического программирования находятся соотношения для поверхностей уровня 1 и 0 функции Беллмана, двусторонние границы функции правой части уравнения динамического программирования, двусторонние границы функции Беллмана и функции оптимального значения вероятностного критерия. С помощью нижней границы функции Беллмана находятся выражения для поиска субоптимального управления. Предлагается оценка точности субоптимального управления, исследуются его свойства. В качестве экспериментальной модели используется модель перевернутого маятника и решается задача удержания системы в неустойчивом положении равновесия.

Список литературы:

1. Малышев В.В., Кибзун А.И., Анализ и синтез высокоточного управления летательными аппаратами. М.: Машиностроение, 1987.
2. Кан Ю.С., Оптимизация управления по квантильному критерию // Автоматика и телемеханика. №5. 2001. С. 77-88.
3. Григорьев П.В., Кан Ю.С., Оптимальное управление по квантильному критерию портфелем ценных бумаг // Автоматика и телемеханика. №2. 2004. 179-197.

4. Jasour A.M., Aybat N.S., Lagoa C.M., Semidefinite Programming For Chance Constrained Optimization Over Semialgebraic Sets // SIAM J. Optimization. 2015. № 25 (3). P. 1411-1440.

5. Кибзун А.И., Игнатов А.Н, О существовании оптимальных стратегий в задаче управления стохастической системой с дискретным временем по вероятностному критерию // АиТ. 2017. № 10. С. 139-154.

6. Kibzun A.I., Ignatov A.N., On the Existence of Optimal Strategies in the Control Problem for a Stochastic Discrete Time System with Respect to the Probability Criterion // Autom. Remote Control. 2017. V. 78. No. 10. P. 1845-1856.

7. Азанов В.М., Кан Ю.С., Об оптимальном удержании траектории дискретной стохастической системы в трубке // АиТ. 2019. № 1. С. 38-53.

8. Азанов В.М., Кан Ю.С. Синтез оптимальных стратегий в задачах управления стохастическими дискретными системами по критерию вероятности // АиТ. 2017. № 6. С. 57-83.

Система интеллектуального управления приводом постоянного тока с применением технологии мягких вычислений

Тимофеев А.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черный С.П.
КнАГУ, Комсомольск-на-Амуре
stratego4pc@gmail.com

На сегодняшний день в промышленности при управлении линейными системами интенсивно применяются последовательные ПИД-регуляторы, достоинствами которых являются простота, низкая стоимость и высокая эффективность. Но, несмотря на это, проблема синтеза математического описания модели остается важной и актуальной. Типовые наработанные подходы дают хорошие результаты там, где требуется реализация традиционных законов управления, но для сложных и слабоструктурированных объектов регулирования целесообразно применение методик, которые будут ориентированы на моделирование САУ с неполнотой исходной информации и противоречивостью при реализации математического описания.

Важной отличительной чертой применения технологии мягких вычислений является её направленность на повышение сложности процессов управления и математических моделей реальных систем, что позволяет решать задачи интеллектуального управления, подстраиваясь под, достаточно существенные изменения условий внешней среды, и принимать решения по управлению, близкие к действиям эксперта или технолога.

Нечеткие логические регуляторы представляют собой интеллектуальные системы, имеющие в своей основе подходы, базирующиеся на экспертных оценках, именно поэтому алгоритмы синтеза таких систем трудно формализовать.

В работе предлагается реализация интеллектуальной системы управления, основанная на технологии мягких вычислений, которая позволяет решать задачи интеллектуального управления, подстраиваясь под изменения условий внешней среды. В качестве объекта регулирования используется модель двигателя постоянного тока. При моделировании интеллектуальной системы управления производится замена классического регулятора на нечеткий. В результате моделирования интеллектуальной системы управления с использованием искусственной нейронной сети, реализованной на нечеткой системе, которая объединяет преимущества аппарата нейронных сетей с достоинствами систем, основанных на нечеткой логике. Было выявлено, что полученная система обладает лучшим быстродействием и не худшими показателями качества регулирования, чем классическая система управления электроприводом постоянного тока.

В ходе экспериментов значительного изменения условий внешней среды было выявлено, что полученная система интеллектуального управления имеет недостатки, связанные с основными проблемами, сопровождающими традиционные подходы при реализации нечетких систем управления. Выходом является повышение интеллектуальных возможностей системы:

• увеличение информационной базы нечеткого логического регулятора путем добавления дополнительных каналов, которые повысят информационную наполненность системы;

• применение технологии многокаскадного нечеткого регулятора, состоящего из переключающего устройства, реализованного на базе нечеткого логического регулятора, отвечающего за работу внутреннего каскада регуляторов.

Внутренний каскад может состоять как из нечетких логических регуляторов, так и классических звеньев, которые будут производить выборочную коррекцию сигнала, благодаря различным блокам внутреннего каскада. Переключение между блоками будет осуществляться с помощью внешнего регулятора. Реализация такой интеллектуальной системы позволит гибко производить настройку внутреннего каскада путем подбора подходящих блоков.

Применение данного подхода для реализации и настройки системы интеллектуального управления приводом постоянного тока позволяет реализовывать законы управления любой сложности, решать многокритериальные задачи управления и получать качественные переходные характеристики.

Оптимизация траектории равномерного движения объекта на сетке

Урюпин И.В.
Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Бортаковский А.С.
МАИ, Москва
uryupin93@yandex.ru

Рассматривается равномерное движение объекта по узлам прямоугольной сетки. Сетка включает подмножество узлов не доступных для движения объекта (препятствия). В каждой допустимой позиции объект может изменять направление движения на 90 градусов относительно текущего направления. Такой поворот считается переключением, причем в каждой позиции допускаются многократные переключение. Координаты начального положения объекта и направление движения заданы. Конечная позиция задана.

Качество управления оценивается количеством переключений, а также временем движения объекта. Переключение с одного направления на другое происходят мгновенно и не влияют на продолжительность движения. Выбор количества переключений, а также последовательности и направления поворотов – определяют траекторию движения объекта и подлежат оптимизации. Требуется найти оптимальное управление и оптимальную траекторию движения объекта из начальной позиции в конечную.

Для решения поставленной задачи был разработан алгоритм синтеза, основанный на достаточных условиях оптимальности [1]. Методика состоит в нахождении образующих функций цены, из которых находится двухпозиционная функция цены [2] (функция Гамильтона – Якоби – Беллмана). Синтезированная оптимальная двухпозиционная конструкция позволяет получить траектории с минимальным числом переключений и временем движения для всех направлений из начального положения объекта в заданную позицию.

В среде программирования Matlab разработана программа, демонстрирующая работу алгоритма на сетках с различными препятствиями и разными начальными и конечными состояниями.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-08-00128-а).

Список литературы:

1. Бортаковский А.С., Урюпин И.В., Минимизация количества переключений оптимальных непрерывно-дискретных управляемых процессов// Известия РАН. Теория и системы управления. 2019. №4. С. 29-46.

2. Бортаковский А.С., Немыченков Г.И., Оптимальное в среднем управление детерминированными переключаемыми системами при наличии дискретных неточных измерений // Известия РАН. Теория и системы управления, 2019, № 1. С. 52-77.

Синтез оптимальных линейных регуляторов по выходу в задаче управления самолётом

Яковлева А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Пантелеев А.В.
МАИ, Москва
ayakovleva982@gmail.com

Задачи поиска оптимального управления имеют широкое применение в прикладных задачах проектирования авиационно-космической техники. В работе на примере решения задачи стабилизации самолёта F-16 [1] рассматривается проблема синтеза оптимальных линейных регуляторов по выходным переменным при использовании различных критериев качества переходных процессов в замкнутой системе объект-регулятор.

Положение самолёта характеризуется вектором состояния, который содержит значения пяти параметров: угла атаки, угловой скорости изменения угла тангажа, угла поворота привода, измеренного угла атаки, пропущенного через фильтр, ошибку отработки входного сигнала. Управление производится по одному каналу, при этом ограничений на величину управляющего воздействия не накладывается.

В математическую модель движения самолёта, определяемую системой линейных дифференциальных уравнений, включены: пятимерная квадратная матрица системы A; пятимерный вектор-столбец B, который определяет влияние управления на вектор состояния. Задано начальное состояние системы. Уравнение измерительной системы задано линейной моделью и связывает четырехмерный вектор выхода с вектором состояния с помощью матрицы, учитывающей неполноту измерений. Критерий качества управления выбран квадратичным. Он описывает требования проектировщика к переходным процессам, возникающим в замкнутых системах вида «объект-регулятор», и интегральным затратам на управление.

В работе рассмотрено два варианта решения задачи нахождения стационарного регулятора при наличии неполных измерений: классический [2, 3] и синтез H-infinity-регулятора [1, 4]. Методика решения классической задачи поиска линейного регулятора сведена к нахождению решения алгебраического уравнения Риккати, которое в дальнейшем позволяет построить структуру оптимального регулятора, определяющего сигнал управления по информации, получаемой с измерительной системы. Найденный оптимальный регулятор по выходу должен обеспечивать заданные требования к величине квадратичного функционала качества управления, а также асимптотическую устойчивость. В процедуре синтеза внешние воздействия на объект управления не учитываются.

В задаче синтеза линейного регулятора в пространстве H-infinity учитывается влияние внешних воздействий на систему посредством добавления к линейной модели возмущений. Решение представляет собой итерационный процесс, включающий в себя решение уравнения Риккати и получение вспомогательных матриц, определяющих матричный коэффициент усиления регулятора. Получение оптимального H-inf-регулятора должно минимизировать отношение энергии выходного сигнала к энергии входного воздействия, чтобы погасить влияние внешних возмущений. Кроме того, должна быть обеспечена асимптотическая устойчивость замкнутой системы.

После нахождения оптимальных линейных регуляторов по различным критериям качества полученная замкнутая система моделируется на заданном временном интервале времени при различных наборах начальных условий и внешних воздействиях посредством численного интегрирования уравнений движения. Производится анализ асимптотической устойчивости и качества переходных процессов.

На базе сформированного алгоритмического обеспечения создан комплекс программ, служащий для реализации процедур синтеза линейных регуляторов в двух постановках. Разработка осуществлялась в математическом пакете MATLAB [5] для решения прикладных задач. Реализованный программный комплекс позволяет получать серии решений для математических моделей объекта и измерительной системы с различными наборами входных

данных, иллюстрировать численные результаты решения, полученные методом Рунге-Кутты 4-го порядка. Моделирование системы позволило произвести сравнение решений по качеству переходных процессов изменения координат вектора состояния и выхода, изучить зависимость результатов от параметров модели объекта, измерителя, параметров функционала качества управления, характера и интенсивности внешнего воздействия.

Список литературы:

1. J. Gadewadikar, F.L. Lewis, Murad Abu-Khalaf. Necessary and Sufficient Conditions for H-infinity Static Output-Feedback Control // Journal of Guidance, Control and Dynamics. Vol.29, No. 4, 2006.

2. Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. – М.: ИНФРА-М, 2016.

3. Б.Т. Поляк, П.С. Щербаков. Робастная устойчивость и управление — М.: Наука, 2002.

4. Skogestad S., Postlethwaite I. Multivariable Feedback Control: Analysis and Design. — John Wiley and sons, 2005.

5. Е.И. Веремей. Линейные системы с обратной связью: Учебное пособие. — СПб.: Изд-во «Лань», 2013

Секция №7.2 Компьютерное моделирование и численный эксперимент

Эффект снижения вязкого трения в сдвиговых течениях за счёт использования энергии диссипации

Абрамов Ф.А.
ЦАГИ, Жуковский
teodorabramov@gmail.com

Снижение трения в течениях является актуальной проблемой механики жидкости и газа. На данный момент существует множество различных способов, направленных на снижение вязкого трения. Обычно, управление течением с целью снижения трения разделяются на активные и пассивные способы. К активные способам управления относятся те, для которых характерно снижение трения с энергозатратами. С коммерческой точки зрения эти способы актуальны, когда выигрыш от снижения трения превышает стоимость энергозатрат. К пассивным способам управления относятся те способы, которые позволяют снижать трение без энергозатрат. Поэтому исследование различных простых течений, в которых наглядно проявляются физические механизмы, позволяющие снизить трение пассивным путем, является очень актуальным.

В данной работе, на примере задачи Куэтта, в рамках уравнений Навье-Стокса, рассматривается стационарное течение вязкой теплопроводной жидкости между двумя плоскопараллельными пластинами. В качестве рабочих жидкостей были взяты вода и моторное масло. По результатам численного расчета показано, что в случае малых расстояний между пластинами можно осуществить снижение вязкого трения. Этот способ заключается в использовании энергии диссипации в качестве источника энергии, которая позволяет дополнительно нагреть жидкость, и тем самым снизить вязкое трение. При этом уменьшение вязкого трения может осуществляться без изменения геометрических параметров течения, и в то же время не требует дополнительного подвода энергии от внешнего источника.

Список литературы:

1. М.А. Брутян, Задачи управления течением жидкости и газа, Центральный аэрогидродинамический институт им. профессора Н.Е. Жуковского, — М.: Наука, 2015, 12-15 стр.

2. Sh. A. Yershin, Paradoxes in Aerohydrodynamics, Springer International Publishing AG, Cham, 2017, pp. 39-64.

Движение доменных границ во внешнем магнитном поле

Аверина К.А., Щеглова Е.О., Гридасова А.А.
Научный руководитель — д.ф.-м.н. Кулагин Н.Е.
МАИ, Москва
averina10091996@gmail.com

Изучение динамики сложных магнитных наноструктур (вихрей и доменных стенок) представляет интерес в связи с возможностью их применения для создания нового поколения систем записи и обработки информации [1]. Исследования движущихся доменных границ Блоха и Нееля, начатые Ландау и Лифшицем [2] и продолженные Уокером [3], дают полное и точное решение задачи о движении плоской доменной границы в неограниченной магнитной среде лишь для случая, когда ориентация плоскости магнитного момента остается постоянной и во внешних магнитных полях, меньших предельного поля Уокера [3].

Для описания движения доменных границ за уокеровским пределом по внешнему полю, Слончевским была предложена модель, основанная на предположении о возбуждении в среде однородной прецессии магнитного момента и сохранения основной структуры доменной границы с точностью до временных осцилляций её характерной толщины. Однако вопрос о

возможности существования волн стационарного профиля типа движущейся доменной границы за уокеровским пределом по внешнему полю не может быть исследован в приближении модели Слончевского.

В работе исследуется структура волн стационарного профиля при учете диссипации и постоянного внешнего магнитного поля.

Проведенный анализ установившегося движения доменных границ при учете двух угловых степеней свободы указывает на существование последовательности волн стационарного профиля, которые могут быть классифицированы по числу и «внутренних» доменных границ. Такие образования качественно можно рассматривать как связанное состояние (или кластер) нечетного числа движущихся доменных границ.

В дальнейшем предполагается провести исследование устойчивости полученных решений.

Список литературы:

1. O.A. Tretiakov, Y. Liu, A Abanov Domain-Wall Dynamics in Translationally Nonivariant Nanowires: Theory and Applications // Physical Review Letters 108 (24), 247201 (2012).

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. К теории дисперсии магнитной проницаемости ферромагнитных тел. – Phys. Zs. Sowjet, 1935, (см. Ландау Л.Д. Собрание трудов, т.1, с.128, М.Наука, 1969).

3. Хуберт А. Теория доменных стенок в упорядоченных средах. М. Мир, 1977, с. 306.

Исследование дорожно-транспортных происшествий с помощью методов кластерного анализа

Анисимова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Горяинов А.В.
МАИ, Москва
anna_anisimova1997@mail.ru

В данной работе рассматриваются данные о дорожно-транспортных происшествиях, произошедших в городе Москве в течение августа. Тема является актуальной в свете усилий, прикладываемых в последние годы для повышения безопасности на дорогах.

Целью работы является проверка предположения о том, что среди ДТП можно выделить характерные типы с целью последующей выработки специфических профилактических мер для каждого типа. В ходе исследования использовался кластерный анализ, который позволяет производить разбиение многомерных (то есть обладающих большим количеством признаков) объектов. Преимущество кластерного анализа в том, что он, в отличие от большинства математико-статистических методов, не накладывает никаких ограничений на вид рассматриваемых объектов.

Алгоритм метода k-средних, преимуществом которого является скорость и легкость использования был реализован в среде разработки Rstudio. Кластерный анализ ДТП не подтвердил изначальную гипотезу: чётко выраженные кластеры в данных отсутствуют. Возможно предположение о делении ДТП на характерные типы неверно, однако причиной полученного результата может также быть недостаточный объём выборки (порядка 700 наблюдений) или отсутствие в имеющихся данных о происшествиях каких-либо важных характеристик, которые не фиксируются в протоколах ГИБДД и не попадают в статистику. Выяснение этого вопроса может являться темой дальнейших исследований.

Список литературы:

1. Калинина В. Н., Соловьев В. И. Введение в многомерный статистический анализ: Учебное пособие / ГУУ. – М., 2003. – 66 с.

Замкнутость операций над классом экстремальных однородных гиперграфов

Берецкий И.С., Хмелевский И.Д., Суворова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
godpingwiner@gmail.com

Теория графов применяется в различных областях человеческой деятельности: химии, логистике, маршрутизации данных в интернете, информатике, программировании. При этом гиперграфы используют в криптографии, анализе баз данных и социальных сетей.

В данной работе рассматривается замкнутость операций над классом экстремальных однородных гиперграфов. Гиперграф – это обобщение графа, в котором каждым ребром могут соединяться не только две вершины, но и любые подмножества вершин. Однородность означает то, что у рассматриваемых гиперграфов размерность всех рёбер одинакова. Например, граф без петель это 2-однородный гиперграф, у которого каждое ребро соединяет 2 вершины. Совершенность проявляется тогда, когда не существует изоморфного гиперграфа с тем же вектором степеней, как у рассматриваемого графа. Экстремальность – когда выполняется совершенность и вектор степеней упорядочен по не возрастанию. У каждого экстремального k-комплекса существует база, которая его описывает. Возникает вопрос, как изменяются была при операциях над гиперграфами.

Было рассмотрено, как алгебраические операции над экстремальными k-однородными гиперграфами: объединение, пересечение, разность, дополнение, XOR, эквивалентность, штрих Шеффера, стрелка Пирса влияют на такие свойства графов, как экстремальность и совершенность.

В результате было доказано, что пересечение и объединение экстремальных гиперграфов дают результатом экстремальный граф, а разность, эквивалентность, дополнение, штрих Шеффера, стрелка Пирса и XOR — совершенный.

На основании полученных результатов на языке PHP был написан программный комплекс, позволяющий из баз симплексы, а также выполнять над ними вышеперечисленные операции.

В данный момент комплекс проходит тестирование на кафедре “Прикладная математика, информационные технологии и электротехника”.

Получение скрытого представления трехмерных данных с помощью дескриптора Зернике

Ботолов Н.И.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Сошников Д.В.
МАИ, Москва
nik-botolov@yandex.ru

В современном мире данные собраны в больших количествах не только в виде текстов и изображений, но и в том числе в форме 3D-объектов. Это связано с развитием методов промышленного сканирования, робототехники и технологий виртуальной и дополненной реальности. Для решения различных задач в области 3D все чаще прибегают к методам глубокого обучения, так как для работы большинства классических алгоритмов машинного обучения, необходимы аналитические функции для манипулирования над данными. Из этого следует необходимость в новых оптимальных моделях дескрипторов, способных помочь в реализации алгоритмов поиска и сжатия, построения метрических алгоритмов классификации и кластеризации, а также для решения задач восстановления 3D модели объекта по одному или нескольким RGB изображениям этого объекта (2D-to-3D).

Одной из основных проблем в контексте поиска данных является разработка подходящей характеристики объектов, которой будет выступать дескриптор. И будучи ключом для процесса поиска, он оказывает решающее влияние на производительность поисковой системы

с точки зрения вычислительной эффективности и актуальности результатов. Руководствуясь тем фактом, что для огромного класса объектов форма несет себе большую часть информации, то для построения дискрептивного описания объектов, будем пользоваться моментным подходом для двумерных многообразий, а в частности, трехмерными дескрипторами Зернике [1].

В работе получена реализация генеративной модели глубокого обучения, преобразующей 2D изображения объектов в их 3D модели. Трехмерные дескрипторы Зернике выступают в данной архитектуре как наборы скрытых признаков. Процесс извлечения этих скрытых признаков из изображений аналогичен процедуре извлечения признаков в работе [2].

Обучение генеративной модели основано на сборе большого массива 3D-данных. Затем она учится генерировать похожие данные самостоятельно. Так как основной проблемой этого процесса является устойчивость при обучении модели, то проведено исследование по её достижению с помощью алгоритмов оптимизации и поиск гиперпараметров модели.

При реализации проекта использовались:

• Датасет ShapeNet - содержит более 3 миллионов моделей (.obj формат), в более чем 4 тысячах категорий. Датасет хорошо организован и содержит много дополнительной информации о моделях: текстуры, описания, снимки моделей.

• Фреймворк PyTorch - библиотека машинного обучения для языка Python с открытым исходным кодом, созданная на базе Torch [3].

Список литературы:

1. Novotni M., Klein R. Shape retrieval using 3D Zernike descriptors //Computer-Aided Design. – 2004. – Т. 36. – №. 11. – С. 1047-1062.

2. Park J. J. et al. DeepSDF: Learning continuous signed distance functions for shape representation //Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2019. – С. 165-174.

3. Paszke, A., Gross, S., Massa, F., Lerer, A., Bradbury, J., Chanan, G., Killeen, T., Lin, Z., Gimelshein, N., Antiga, L. and Desmaison, A., 2019. PyTorch: An imperative style, high-performance deep learning library. In Advances in Neural Information Processing Systems (pp. 8024–8035).

Инженерный вариант модели Навье-Стокса-Фурье для неравновесных течений

Буданова С.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Никитченко Ю.А.
МАИ, Москва
svet-bu2014@yandex.ru

Структурный анализ моментных уравнений неравновесных напряжений и тепловых потоков приводит к выводам о том, что при торможении потока газа закон трения Стокса дает заниженные значения неравновесного напряжения, а закон Фурье – заниженные значения тепловых потоков. В случае расширения газа (ускорения потока) имеет место обратная картина – неравновесные напряжения и тепловые потоки будут завышены.

В большинстве практических задач расчет поля течения на уровне кинетических уравнений или систем моментных уравнений слишком неэкономичен, с точки зрения количества вычислительных операций и потребных объемов памяти компьютера. Модель Навье-Стокса-Фурье (НСФ) ввиду указанных выше особенностей, дает значительные погрешности при описании высоко неравновесных течений, на пример при описании ударных волн или струй, истекающих в вакуум.

Неравновесные напряжения в законе Стокса и тепловые потоки в законе Фурье прямо пропорциональны коэффициенту вязкости. Можно предположить, что искусственное завышение или занижение коэффициента вязкости в зависимости от степени неравновесности течения позволит улучшить решения, получаемые с помощью модели НСФ в случае сильно неравновесных течений.

Для количественной оценки степени неравновесности течения принято отношение среднеквадратического значения неравновесных напряжений к давлению газа, нормированное на единицу. Направление изменения коэффициента вязкости (завышение или занижение) определяется по знаку дивергенции скорости.

Проведено сравнение профилей плотности, скорости и температуры в ударной волне аргона и азота, полученные с помощью модельного кинетического уравнения и модели НСФ с завышенным коэффициентом вязкости. Результаты показывают, что по крайней мере при числе Маха M=5 модель НСФ с завышенным коэффициентом вязкости дает вполне приемлемые с практической точки зрения решения.

Метод перечисления экстремальных графов

Гольцова Т.Ю.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
08tyt80@gmail.com

Частыми задачами математики являются задачи перечисления различных объектов. Например, одной из задач дискретной математики является задача перечисления графов. Многие известные математики, такие как Пойя, Харари, Гамильтон занимались этой задачей. Существует отдельный класс графов — экстремальные. Экстремальный граф — это единственная реализация упорядоченного по неубыванию вектора степеней вершин. Известно, что общее количество экстремальных графов равно 2^(n-1). Но при этом мы не можем их пронумеровать. В работе предлагается метод, позволяющий установить каждому из экстремальных графов двоичное (n-1)–разрядное число.

Метод состоит в следующем. Берется двоичное (n-1)–разрядное число и пара чисел (1, n). Начинается перебор разрядов взятого двоичного числа, начиная с последнего разряда. Если проверяемый разряд 0, то мы из второго числа пары вычитаем 1. Если же разряд 1, то первое число в паре увеличивается на 1 и, если следующий более старший разряд 0 или же мы уже на самом старшем разряде, мы выписываем пару чисел и продолжаем, пока не дойдем до старшего разряда.

В результате работы алгоритма мы получаем множество элементов, называемое базой. Для определения базы нужно задать определение множества пар.

Пусть пара это 2 индекса вершин, соединенных ребром. Тогда множество P - множество всех пар графа. База - это подмножество множества P, при выполнении следующих условий: элементы базы принадлежат множеству пар графа G (т. е. принадлежат P(G)); элементы внутри базы не состоят в отношении частичного порядка; если пара входит в множество P(G), но не входит в базу, то в базе есть элемент, больший этой пары; если пара меньше элемента базы, то она входит в подмножество P(G).

Для реализации данного метода был написал программный комплекс на языке программирования C++.

Решение задачи трассового анализа при условии негауссовских случайных помех на основе адаптивного сигма-точечного фильтра Калмана

Григорьева О.Д., Акмаева Я.Н.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Кудрявцева И.А.
МАИ, Москва
olesyafox97@mail.ru

В работе рассматривается задача оценивания вектора состояния дискретной стохастической динамической системы по полученным наблюдениям, при этом предполагается, что уравнения состояния и наблюдения являются нелинейными и аддитивными относительно случайных помех. Кроме того, исследуются случаи, когда шумы

подчиняются распределению отличному от гауссовского, например, в качестве такового в работе рассматривается смешанное гауссовское распределение, либо являются гауссовскими с выбросами, происходящими с малой вероятностью и характеризующимися большими отклонениями от среднего.

Как известно оптимальное решение задачи фильтрации при условии линейности модели и гауссовости шумовых воздействий доставляет фильтр Калмана. Для задач же нелинейной фильтрации существует большое разнообразие различных стратегий: фильтры на основе линеаризации функциональных зависимостей, входящих в уравнения состояния и наблюдения; конечномерные нелинейные фильтры; фильтры на основе детерминистической и стохастической аппроксимации.

Для решения поставленной задачи применяются стандартный алгоритм сигма-точечного фильтра Калмана, модификация алгоритма сигма-точечного фильтра Калмана с введенной операцией UD разложения матриц ковариаций ошибки предсказания и ошибки оценки фильтра, а также в силу описанной природы шумовых помех адаптивный сигма-точечный фильтр Калмана.

Стоит отметить, что в процессе вычисления матрицы ковариаций могут перестать удовлетворять свойству положительной определенности. Для решения данной проблемы вводится операция факторизации матриц (UD-разложение) совместно с представлением рекуррентного алгоритма Калмана в скаляризованной форме.

Упомянутые выше алгоритмы хорошо зарекомендовали себя в случае, когда в уравнениях модели присутствуют гауссовские шумы с небольшими дисперсиями. Для решения задачи в рамках рассматриваемой ситуации (распределение шумов отлично от гауссовского) используются адаптивный сигма-точечный фильтр Калмана.

В алгоритмах этих фильтров изменениям подвергается только выражение для оценки матриц ковариаций шума. При этом в структуре новой оценки учитывается значимость полученного последнего измерения путем введения весов для каждой из составляющих в обновленных соотношениях, другими словами, старые измерения учитываются с меньшим весом, чем новые. Реализуется идея фильтра с забыванием (fading memory filter, Sage-Husa filter).

Предложенные алгоритмы апробированы на задаче сопровождения цели в активном и пассивном режимах. Проведен сравнительный анализ результатов.

Численное решение задач о концентрации напряжений в толстых ортотропных пластинах с круговыми отверстиями при одноосном растяжении

Ермаков И.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Григорьев В.Г.
МАИ, Москва
blackhawk5@mail.ru

К настоящему времени исследования на основе трёхмерной формулировки, направленные на установление влияния толщины пластины на распределение напряжений в зоне кругового отверстия, представлены в литературе лишь для случая изотропной пластины. При этом установлено, что значение коэффициента концентрации напряжений в толстой растянутой пластине существенно изменяется по толщине пластины (вдоль ограничивающей отверстие цилиндрической части её поверхности), достигая минимума при выходе на плоский участок её поверхности. Показано, что подобное изменение величины коэффициента концентрации напряжений может достигать величины порядка 17%.

В настоящей работе аналогичное исследование осуществляется применительно к толстой ортотропной пластине с параметрами упругости характерными для стеклопластиков на тканевой основе, ослабленной центральным круговым отверстием, и находящейся в состоянии одноосного растяжения. На основе метода конечных элементов (комплекс Abaqus, объёмный элемент C3D20 и оболочечный элемент S4), вариационно-разностного метода и

метода численного интегрирования построены вычислительные модели, предназначенные для решения задачи теории упругости (в трёхмерной и двумерной формулировках).

С использованием этих моделей проведены исследования по влиянию значений параметров упругости материала пластины и её толщины на уровень напряжений в зоне отверстия. Достоверность полученных численных решений подтверждена фактом практического совпадения результатов расчётов с применением альтернативных вычислительных моделей. На основе проведённых с применением построенных моделей параметрических исследований дана числовая оценка эффекта спада окружных напряжений по толщине, вдоль ограничивающей отверстие цилиндрической части поверхности пластины. Установлено, что для пластин с упругими характеристиками, типичными для стеклопластиков на тканевой основе, и толщиной, сравнимой с диаметром отверстия, указанный эффект оценивается величиной порядка 10%. Также установлено, что для подобного типа ортотропных пластин расчёт коэффициента концентрации напряжений допустимо проводить (с погрешностью не более 3%) на основе плоской модели даже при толщине пластины порядка двух диаметров отверстия.

Модификация учебной CAE-системы «Postprocessor»

Ефимов С.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва
stas55900@yandex.ru

Система «Postprocessor» является внешним программным комплексом, для работы с результатами расчета, выполненные в конечно-элементной системе анализа Sigma. Главная её задача – визуализация плоского объекта и анализ его состояния.

Обновление и модификации – важный элемент для стабильной работы программы. Модификация подразумевает под собой внесение изменений в уже отлаженный и функционирующий программный комплекс, внесение этих изменений возможны благодаря открытому исходному коду. [1]

Необходим модуль, который будет строить геометрическую модель, причем, важна не только сама геометрическая модель, а также набор средств для работы с ней:

• Возможность рассмотреть модель; для этого реализуется управляемая пользователем камера, возможность масштабирования модели;

• Интерактивно скрывать или отображать незначащие или, наоборот, значащие её элементы;

• Анимировать принципиальные для нас процессы – например, деформацию пластины, под действием внешних сил, с учетом того, как эта пластина закреплена;

• Автоматическая подготовка изображения для вставки отчет, непосредственно при работе с моделью;

• Выгрузка графиков в типовой отчет и автоматическое заполнение требуемых таблиц в нем;

• Доработку подсистемы построения графиков сходимости напряжений в исследуемой точке с внедрением методов регрессионного анализа.

Выбор платформы проекта осуществляется на основе задания на разработку информационной системы и проработанной концепции этой системы. Оконный интерфейс является удобным и интуитивно понятным для пользователя. Для разработки такого интерфейса подходят настольные графические API-интерфейсы из библиотеки базовых классов.NET Framework. Платформа.NET Framework предоставляет классы и методы для работы с файловой системой, чтению/записи файлов, а также средства для работы с документами.doc и.xlcx. [2]

Для дальнейшей доработки и развития системы важным является знание языка программирования, на котором была разработана программа. В случае выбора платформы.NET Framework, доработка возможна практически на любом языке программирования.

Список литературы:
1. Столярчук В.А. Программный комплекс как учебный объект разработки // Программные продукты и системы. 2016. No1. С.146-151.
2. Кристиан Нейгел и др. C# 5.0 и платформа.NET 4.5 для профессионалов = Professional C# 5.0 and.NET 4.5. — М.: «Диалектика», 2013. — 1440 с. — ISBN 978-5-8459-1850-5.

Программа поиска очертаний областей повышенных и пониженных значений напряжений

Жигарев С.А., Федорова Е.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва
Ser99249@yandex.ru

CAE Sigma – система инженерного анализа, разработанная на кафедре № 609 «Прикладная информатика» Московского авиационного института. Она реализует МКЭ для плоского напряженно-деформированного состояния, и предназначена для решения задачи начального обучения принципам построения программных комплексов указанной категории [1].

В процессе решения определяются перемещения узлов и 6 видов напряжений в конечных элементах. Система, созданная студентами каф. 609, постоянно совершенствуется. В частности, в постпроцессоре системы [2], помимо обычных функций графической иллюстрации результатов расчетов в 2D и 3D, разработан отдельный блок, позволяющий выявить и показать очертания областей повышенных, средних и пониженных значений каждого из 6-ти видов напряжений. Для получения объединенной картины очертаний областей повышенных напряжений проводится объединение областей повышенных напряжений различных видов. При проведении проектных работ это позволяет выявить области, вероятность разрушения которых наиболее высока. Для получения объединенных областей пониженных значений напряжений ищется пересечение областей пониженных значений каждого вида напряжений. Последнее необходимо для выявления недогруженных частей конструкции. Разработанный функционал препроцессора обеспечивает решение этой задачи и является предметом обсуждения.

Дальнейшее развитие системы видится во внедрении методов оптимизации для областей напряжений с целью рационального распределения областей с пониженным, средним и повышенным напряжениями.

Список литературы:
1. Столярчук В.А. Программный комплекс как учебный объект разработки // Программные продукты и системы, 2016, Вып.1, С. 140-145.
2. Переверзев Е.В. Об опыте разработки постпроцессора для учебной системы конечно-элементного анализа // Сборник тезисов докладов 11-ой Международной конференции «Авиация и космонавтика -2012», Москва, МАИ, 2012.

Исследование и разработка методов компьютерного моделирования и анимации трехмерных объектов

Захарова Е.Д.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Чернышов Л.Н.
МАИ, Москва
eugenezaharova@mail.ru

Компьютерная графика все больше становится неотъемлемой частью нашей жизни. Она встречается на каждом шагу, от рекламы и фильмов до GPS-навигаторов и компьютерных игр. Даже виртуальная реальность прочно влилась в повседневную жизнь и стала одним из самых интересных и необычных способов времяпрепровождения. Однако грань между реальностью и виртуальным миром все равно остается – пусть даже она очень тонка.

Перенести двухмерное изображение легко, тем более, если речь идет о тексте или фотографиях – такой обмен давно стал обыденным делом. Другое дело работа с трехмерной моделью, когда требуется перенести предмет из одной плоскости в другую, особенно, если предмет – это сложный или живой объект [1]. Зачастую модель получается недостаточно реалистичной, а именно к полноценному реализму и стремится компьютерная графика.

В последнее время популярность реалистичной анимации среди анимационных студий и знатоков кинематографа существенно возросла. Пользователь очень четко отличает реалистичную анимацию от мультипликационной, а любое неестественное движение персонажа в фильме или видеоигре вызывает шквал критики в адрес создателей и аниматоров.

На основе проведенного анализа литературы были изучены уже существующие методы моделирования и дальнейшей анимации трехмерного объекта, однако большинство из них либо чрезвычайно сложны в реализации и затратны по времени, либо недостаточно реалистичны [2]. В результате можно с уверенностью сказать, что по-настоящему эффективный метод реалистичного моделирования и анимации пока не найден, однако первым шагом к решению этого вопроса может стать синтез таких уже известных методов, как скелетная анимация и система мышц, который снизит сложность реализации и позволит создавать довольно реалистичные модели объектов с их последующей анимацией.

Список литературы:

1. Флеминг Б., Доббс Д. Методы анимации лица. Мимика и артикуляция [пер. с англ.]; под общ. ред. Козицкой Е. А. - М.: ДМК Пресс, 2002. - 333 с.

2. Мараффи К. Создание персонажей в Maya: моделирование и анимация [пер. с англ. и ред. В. А. Коваленко]. - М.: Вильямс, 2004. - 441 с.

Предобработка данных для прогнозирования итогов приемной кампании с использованием нейросетевого подхода

Иванов А.П.
Научный руководитель — к.э.н. Лунева С.Ю.
МАИ, Москва
toxaivanov@me.com

Современное развитие информационных технологий дает возможность накапливать, хранить и обрабатывать большое количество информации. Анализ уже накопленных данных позволяет составить прогноз для ключевых показателей деятельности предприятий, позволяя проводить оценку и планирование ресурсов. Для решения поставленных задач анализа больших данных и прогнозирования в настоящее время все чаще используются искусственные нейронные сети, для корректной работы нейронной сети важную роль играет подготовка данных.

Данная работа посвящена подготовке данных для прогнозирования итогов приемной кампании с использованием нейронной сети с долгой краткосрочной памяти (LSTM). Сеть состоит из входного слоя, скрытого слоя из 8 блоков LSTM и выходного слоя с линейной функцией.

В ходе работы была разработана база данных в СУБД MySQL, состоящая из пяти таблиц для организации, систематизации и хранения имеющихся данных. К таким исходным данным относятся: дата подачи заявления абитуриентом, баллы, полученные в результате сдачи ЕГЭ, дополнительные баллы за индивидуальные достижения, дата подачи согласия на зачисление и др. Дальнейшая подготовка входных данных осуществляется при помощи библиотеки Scikit-Learn на языке Python. Были протестированы нормализация и стандартизация данных. Нормализация заключается в замене признаков таким образом, чтобы каждый из них располагался в интервале от 0 до 1. После применения стандартизации каждый признак имеет дисперсию 1 и среднее 0. Для определения признаков использовались методы Feature Engineering и Feature Selection. Feature Engineering оставляет конечное решение за человеком, в то время как Feature Selection использует для этого готовые алгоритмы.

Данные, полученные в результате вышеописанных действий, подаются на входной слой нейронной сети. Входными данными являются сведения о ходе подачи заявлений и согласий на зачисление, целевым параметром является средний балл зачисленных.

Список литературы:

1. Введение в машинное обучение с помощью Python и Scikit-Learn [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — 2015. — Режим доступа: https://habr.com/ru/company/mlclass/blog/247751/

2. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems /Aurélien Géron. — 2nd Edition. — Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2019. — 856 p.

Параллельный алгоритм TT-cross для графических процессоров

Капралов Н.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Ревизников Д.Л.
МАИ, Москва
nikita-kapralov@mail.ru

В настоящее время имеется множество задач, требующих огромных вычислительных мощностей и объемов памяти. Возьмём в качестве примера модель самолёта. В неё могут входить параметры, значения которых нельзя точно указать, но можно ограничить их интервалами. Для моделирования, кроме пространственной сетки, в которой может быть огромное количество точек, требуется дополнительно сетка над множеством, образованным интервальными параметрами, в которой каждому узлу соответствует решение при определенных значениях параметров [1-2]. В результате, получается экспоненциальная сложность относительно числа интервальных параметров по вычислительным затратам и необходимой памяти. В связи с этим возникает задача эффективного хранения и взаимодействия с многомерными массивами (тензорами).

Зачастую тензоры, с которыми приходиться иметь дело, обладают колоссальной избыточностью, в связи с этим существуют различные эффективные представления тензоров. Например, каноническое разложение [3], разложение Такера [4], TT-разложение [5, 6]. В основном они основаны на разделении переменных.

Рассмотрим более подробно TT-разложение. В этом разложении тензор представляется в виде двух матриц и набора трехмерных тензоров. Вычисление любого элемента исходного тензора сводится перемножению цепочки матриц (где первая и последняя матрица — это вектор-строка и вектор-столбец, поэтому в результате получается скаляр). Построение TT-разложения сводится к последовательности сингулярных разложений для матриц. Такой алгоритм получил название TT-SVD. Если сингулярное разложение заменить, например, на скелетное или псевдоскелетное разложение, то можно уменьшить временную сложность алгоритма и, не вычисляя всех элементов исходного тензора, построить его разложение. Такая модификация получила название TT-cross [6].

Актуальным является вопрос распараллеливания алгоритма построения TT-разложения. В настоящее время для ускорения вычислений наиболее целесообразно использовать графические процессоры.

Графический процессор, условно, состоит из набора мультипроцессоров с менее мощными ядрами по сравнению с ядрами центрального процессора, но в совокупности они выполняют большее количество операций в единицу времени. Использование графических процессоров накладывает некоторые ограничения – алгоритм должен соответствовать SIMD-архитектуре (одиночный поток команд, множественный поток данных).

Построение скелетного разложения матрицы, которое используется в алгоритме TT-cross, заключается в поиске подматрицы максимального объема. В свою очередь на практике вместо подматрицы наибольшего объема используется квазиоптимальная подматрица (с точки зрения близости объема к максимальному), которую можно вычислить с помощью алгоритма maxvol. Данный алгоритм применяется для «высокой» матрицы, имеющей строк больше, чем

столбцов: строки матрицы переставляются так, чтобы сверху был невырожденный квадратный блок, затем для этого блока вычисляется обратная матрица, далее находится элемент |A(i,j) |<1+ε (ε обычно берется 0.02) в матрице, полученной в результате умножения на обратную, и в изначальной матрице меняются строки i и j. Процесс повторяется для исходной матрицы, до тех пор, пока будет находиться такой элемент A(i,j). После окончания алгоритма в верхней части матрицы будет содержаться блок наибольшего объема. Maxvol состоит из матрично-векторных операций, которые в наибольшей степени соответствуют SIMD-архитектуре и могут быть эффективно распараллелены на графических процессорах.

В работе исследуются различные аспекты распараллеливания алгоритма TT-Cross с использованием технологии CUDA. При проведении расчётов на средней по производительности видеокарте, получено ускорение на несколько порядков по сравнению с центральным процессором, даже если процессор использует векторизацию, которая позволяет за один раз производить несколько итераций цикла при наличии однотипных операций.

Список литературы:

1. Морозов А. Ю., Ревизников Д. Л. Методы компьютерного моделирования динамических систем с интервальными параметрами. М.: Изд-во МАИ, 2019. 160 с.

2. Morozov A. Y., Reviznikov D. L. Adaptive Interpolation Algorithm Based on a kd-Tree for Numerical Integration of Systems of Ordinary Differential Equations with Interval Initial Conditions // Differential Equations. 2018. Vol. 54. No. 7. P. 945--956. DOI: 10.1134/S0012266118070121.

3. Hitchcock F.L. The expression of a tensor or a polyadic as a sum of products // J. Math. Phys. 1927. Vol. 6. No. 1. P. 164–189.

4. Tucker L.R. Some mathematical notes on three-mode factor analysis // Psychometrika. 1966. Vol. 31. P. 279–311.

5. Oseledets I.V. Tensor-train decomposition // SIAM Journal on Scientific Computing 2011. Vol. 33. No. 5. P. 2295–2317.

6. Oseledets I., Tyrtyshnikov E. TT-cross approximation for multidimensional arrays // Linear Algebra and its Applications. Vol. 432. Iss. 1. 2010. P. 70–88.

Сбор и структуризация экономических индикаторов в сети интернет для статистического анализа

Карпов А.Б.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
andrej_karpov_98@mail.ru

В современном мире интернета, где на каждый запрос поиска выдается огромный набор доступных результатов, возникает необходимость в структуризации этих разрозненных данных.

Одной из первостепенных задач является выбор способа получения данных из ресурсов. Их можно получить с помощью API предоставляемыми сайтами, обработкой файлов, содержащих данные в табличных представлениях, а также взаимодействием с изображениями на которых приведены таблицы данных. Следующим этапом будет структуризация полученных данных. Для этого можно использовать любую из доступных баз данных — Oracle, MySql, MsSql. После этого уже сформированные кластеры данных можно использовать для обработки их статистическими функциями, например, проводить регрессионный анализ.

Для примера возьмем регрессионный анализ экономических данных с сайта Worl Bank Data, а именно ВВП стран за последнюю декаду. Для получения данных будем взаимодействовать с модулем для языка python “wbdata” предоставляемым этим сайтом. Для этого создадим класс выполняющий функционал подключения к открытой базе сайта, скачивания интересующих данных и их структуризации. Так же создадим промежуточный класс для отправки наших данных в локальную базу данных MySql. Она имеет структуру двух связных таблиц, в одной из которых хранятся страны, а во второй хранятся значения ВВП этих

стран с датами наблюдения. Данную структуру базы данных можно дополнить любым количеством таблиц каждая из которых будет отображать полученные данные, но они будут связаны с таблицей стран. И наконец создадим класс для обработки нашей информации. Для этого воспользуемся модулем “mglearn” который реализует функции регрессионного анализа. Регрессионный анализ - набор статистических методов исследования влияния одной или нескольких независимых переменных x1, x2...xn на зависимую переменную Y. После этого мы получим график зависимости ВВП стран по отношению к уровню развития их. Это результат, который мы хотели получить, его уже можно интерпретировать для публикации в статистических сводках. Так же можем провести корреляционный анализ полученных индикаторов. А именно вывести корреляционную зависимость между странами по одной из категорий. Для лучшей точности при измерении корреляции возьмем линейный коэффициент корреляции или коэффициент корреляции Пирсона.

На данном примере мы рассмотрели взаимодействие с API сайта и разработали алгоритм, который дает возможность получить данные, отсортировать их, записать в базы данных и провести статистические оценки для получения результатов. Алгоритм, преобразовав можно использовать для получения данных не только с помощью API “wbdata”, но и другими способами.

Моделирование явления аномальной диффузии бильярдного газа в полигональном канале с отражающими граничными условиями

Кондаратцев В.Л.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Ревизников Д.Л.
МАИ, Москва
resi2311@mail.ru

В последнее время, всё больший интерес у исследователей в самых разных областях вызывает применение моделей аномальной диффузии. В сложно структурированных средах, таких как пористые тела, фрактальные структуры и пр., в процессах переноса вещества могут появляться режимы супердиффузии и субдиффузии, обусловленные наличием ловушек и прыжковых механизмов. При этом зависимость среднего квадрата смещение от времени может отличаться от классического линейного закона.

Существуют разные подходы для математического описания аномальной диффузии. Макроскопический подход предполагает использование аппарата дробных дифференциальных уравнений, а микроскопический подход основан на прямом моделировании динамики множества частиц и столкновительных процессов в системе. Для каждой конкретной прикладной задачи, требуется решать задачу определения коэффициентов моделей, корректной постановки граничных и начальных условий. Например, связь двух подходов была рассмотрена в [1, 2].

Поскольку оператор дробного дифференцирования не является локальным, т.е. его значения в данной точке пространства или времени зависит от всех остальных точек в пространстве или времени, то такой оператор хорошо подходит для описание т.н. эффектов памяти, но в тоже время, это усложняет постановку краевых условий. Только недавно были получены результаты для одномерного случая в [3]. В случаи же более чем одного измерения, постановка таких краевых условий является открытой проблемой.

Построение эффективных устойчивых вычислительных алгоритмов с доказанной сходимостью для решения такого типа уравнений также является важной задачей. В одномерном случаи большой вклад сделан группой исследователей под руководством Марка Меершарта из Мичиганского университета: результаты отражены в монографии [4].

В данной работе было произведено прямое моделирование аномальной диффузии бильярдного газа в полигональном канале на основе написанной программной реализации. В качестве граничных условий рассматривались как поглощающие, так и отражающие условия. Прямое моделирование позволило установить значения параметров одномерного дробного дифференциального уравнения аномальной диффузии, которое было решено численно. Произведены сравнения решений, полученных двумя способами, выявлены параметры полигонального канала, влияющие на среднее время смещения частиц.

Список литературы:
1. Ревизников Д.Л., Сластушенский Ю.В. Подходы к моделированию аномальной диффузии на микро- и макроуровне. // Материалы VIII Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ`2010) – М.: МАИ-ПРИНТ, 2010, – 624 с., стр. 142–145.
2. Ревизников Д.Л., Сластушенский Ю.В. Моделирование аномальной диффузии на примере модели бильярдного газа в канале. / Материалы IX Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ`2012). – М.: Изд-во МАИ, 2012. – 656 с., стр. 512–515.
3. Baeumer, Boris & Kovács, Mihály & Meerschaert, Mark & Sankaranarayanan, Harish. (2017). Boundary Conditions for Fractional Diffusion. Journal of Computational and Applied Mathematics, p. 336
4. Meerschaert, Mark & Sikorskii, Alla. (2019). Stochastic Models for Fractional Calculus. 10.1515/9783110560244.

Повышение качества определения модифицированного трафика при сетевом взаимодействии зачёт применения алгоритмов машинного обучения

Коробецкая А.А.
Научный руководитель — Рыбалко А.А.
МАИ, Москва
aa_242@mail.ru

В настоящее время большое внимание компаний обращено на состояние их информационной безопасности для непрерывности бизнес-процессов. Ведь любой процесс и бизнес хранит в себе множество данных, и любая утечка информации может привести к серьезным проблемам и финансовым убыткам. Для того чтобы обеспечить безопасность, применяется множество различных методов.

В основном комплексным решением этих задач зачастую становятся Системы обнаружения вторжений (IDS). Система обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS - Intrusion Detection/Prevention System) позволяет реагировать на атаки злоумышленников, использующих известные уязвимости, а также распознавать вредоносную активность внутри сети. Однако, эти системы имеют своим минусы. Например, IPS не всегда может точно определить инцидент ИБ, либо ошибочно принять за инцидент нормальное поведение трафика или пользователя. В первом варианте принято говорить о событии false negative, во втором варианте говорят о событии false positive. Следует иметь в виду, что невозможно полностью исключить их возникновение, поэтому организация в каждом случае может самостоятельно решить риски какой из двух групп следует либо минимизировать, либо принять. Поэтому основной задачей будет минимизация таких ложных срабатываний при сканировании сетевого трафика.

Более тонко настроенная система на основе машинного обучения способна раньше реагировать на аномальные изменения в трафике. Для реализации потребуется обучить модель глубокого обучения идентифицировать аномалию из набора данных, так как данный метод представляется наиболее эффективным, поскольку IDS не нужно искать какой-либо конкретный паттерн аномалии, а скорее они просто обрабатывают все, что не соответствует профиль как «Аномальный».

Для обучения модели был выбран алгоритм случайного леса, так как для оценки вероятности ошибочной классификации нет необходимости использовать кросс–проверку или тестовую выборку. Данный метод поможет минимизировать ложное негативное срабатывание, когда пакет должен был быть помечен как опасный, но «прошёл».

Обучив модель на десятках гигабайт данных смешанного трафика от агентства безопасности DARPA, был сделан вывод, что данный алгоритм реализации задачи позволит не только классифицировать сетевой трафик, но и преимущественно повысить качество систем обнаружения.

Список литературы:

1. Alexander Polyakov Machine Learning for Cybersecurity 101 [Электронный ресурс] URL: https://towardsdatascience.com/machine-learning-for-cybersecurity-101-7822b802790b (дата обращения: 19.02.2020)

2. Cuelogic Technologies Evaluation of Machine Learning Algorithms for Intrusion Detection System [Электронный ресурс] URL: https://medium.com/cuelogic-technologies/evaluation-of-machine-learning-algorithms-for-intrusion-detection-system-6854645f9211 (дата обращения: 13.02.2020)

3. Чистяков С.П. Случайные леса: обзор: Труды Карельского научного центра РАН № 1. 2013. С. 117-136 [Электронный ресурс] URL: http://resources.krc.karelia.ru/transactions/doc/trudy2013/trudy_2013_1_117-136.pdf (дата обращения: 30.01.2020)

4. Компания «АльтЭль» IDS/IPS - системы обнаружения и предотвращения вторжений и хакерских атак [Электронный ресурс] URL: https://www.altell.ru/solutions/by_technologies/ids/ (дата обращения: 16.02.2020)

Структурный анализ моментных уравнений на примере задачи о профиле плоской ударной волны

Красавин Е.Э.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Никитченко Ю.А.
МАИ, Москва
krasavin.ieghor@mail.ru

Модельные кинетические уравнения (МКУ) позволяют записать моментные уравнения для всех макроскопических величин. В частности, могут быть получены моментные уравнения для неравновесного напряжения и теплового потока. Если рассматривать неравновесные величины как малые величины и в соответствующих моментных уравнениях сохранить члены только первого порядка малости, то могут быть получены закон трения Стокса и закон Фурье.

Известно, что в сильно неравновесных течениях модель Навье-Стокса-Фурье (НСФ) дает решения, значительно отличающиеся от истинных. Сравнение структуры полного моментного уравнения и его первого приближения для неравновесного напряжения и теплового потока позволяет определить основные причины неточностей, возникающих при решении системы уравнений НСФ.

В качестве сильно неравновесного течения рассмотрена задача о структуре плоской ударной волны. Распределение плотности и вращательной температуры молекул в этом течении хорошо изучены как теоретически, так и экспериментально. Данные по ударным волнам в аргоне и азоте использованы для "настройки" МКУ, расчетные данные которого использованы в дальнейшем как эталонное решение.

Для чисел Маха M=3...6 проведены расчеты профиля ударной волны с использованием МКУ и модели НСФ. Сравнение показало существенное различие профилей неравновесных напряжений и тепловых потоков, полученных двумя использованными моделями течений.

Структурный анализ моментных уравнений, члены которых вычислены с использованием кинетического решения, показал следующее. Существенный вклад в процесс формирования неравновесных напряжений вносят моменты третьего порядка, т. е. элементы тепловых потоков. Эти элементы опущены в модели НСФ. В задаче о профиле плоской ударной волны такой недостаток модели приводит к тому, что неравновесное напряжение формируется значительно позже (ниже по потоку), чем следует из кинетического решения. Газ становится менее вязким.

В процессе формирования тепловых потоков существенную роль играют неравновесные напряжения, отсутствующие в законе Фурье. В задаче о плоской ударной волне теплопроводность газа становится заниженной.

Полученные результаты могут быть использованы при разработка инженерных моделей, ориентированных на описание неравновесных течений.

Анализ методов визуализации гиперграфов

Кудухов Т.О.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
itimlego@gmail.com

Главной целью визуализации гиперграфов является создание полного и понятного отображения структур, в основе которых лежат гиперграфы. В перечень задач, в которых визуализация играет ключевую роль, входят анализы изображений искусственными интеллектами, построения моделей баз данных и другие. Учитывая различия в структурах задач, методы, которые следует использовать для создания оптимального отображения, будут различаться. Так как универсальный метод, подходящий для решения любой поставленной задачи, не найден, было разработано множество различных методов.

В ходе исследования были рассмотрены следующие методы:

1) Классические отображения [1]
2) Отображение Эйлера [1]
3) Подмножественный метод (subdivision method) [1]
4) PAOH (Parallel Aggregated Ordered Hypergraph) [2]
5) LineSet [3]
6) Bubble Set [4]
7) Силовое отображение (Force-Directed) [5]
8) Kelp Diagrams [6]
9) Area-Proportional Euler [7]
10) Co-occuring graph patterns [8]

Критериями для сравнения методов являются эстетичность (или же читаемость) отображения, время работы метода, количество классов отображаемых гиперграфов и возможность применения полученного отображения для решения последующих задач.

По итогам анализа были сделаны следующие выводы:

• Часть алгоритмов подходит только для небольших гиперграфов. (3, 8, 9)
• Некоторые методы могут не иметь отображения для всех гиперграфов. (3)
• Некоторые алгоритмы не подходят для решения последующих задач (4) или подходят для решения минимального количества задач. (7)
• Многие отображения теряют эстетичность при отображении экстремальных гиперграфов. (1, 3, 8, 9, 10)
• Наибольшее покрытие гиперграфов имеют следующие методы: 2, 4, 5, 6, 7.

На основе этих выводов предполагается создать программу, которая будет осуществлять отображение гиперграфов оптимальными для этого методами в зависимости от самого гиперграфа и поставленной задачи.

Список литературы:

1. Kaufmann M., van Kreveld M., Speckmann B. Subdivision Drawings of Hypergraphs. (2009)
2. P. Valdivia, P. Buono, C. Plaisant, N. Dufournaud and J. Fekete, "Analyzing Dynamic Hypergraphs with Parallel Aggregated Ordered Hypergraph Visualization," in IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. (2019)
3. Alper B., Riche N., Ramos G., Czerwinski M.: Design study of LineSets, a novel set visualization technique. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics 17, 12 (2011)
4. C. Collins, G. Penn and S. Carpendale, "Bubble Sets: Revealing Set Relations with Isocontours over Existing Visualizations," in IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 15, no. 6, pp. 1009-1016, Nov.-Dec. 2009.
5. Arafat, Naheed Anjum and Stéphane Bressan. “Hypergraph Drawing by Force-Directed Placement.” DEXA (2017).
6. Kasper Dinkla, Marc J. van Kreveld, Bettina Speckmann, and Michel A. Westenberg. 2012. Kelp Diagrams: Point Set Membership Visualization. Comput. Graph. Forum 31, 3pt1 (June 2012)

7. Klemz, Boris & Mchedlidze, Tamara & Nöllenburg, Martin. Minimum Tree Supports for Hypergraphs and Low-Concurrency Euler Diagrams (2014).
8. Strug B. Using Co-occurring Graph Patterns in Computer Aided Design Evaluation. (2015)

Прогноз неоплаты уроков новым клиентом

Мамиев О.А.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Сологуб Г.Б.
МАИ, Москва
oamamiev@mai.education

Цель работы заключается в минимизации ресурсов, затраченных отделом продаж на обслуживание (проведение вводных уроков) клиентов, не планирующих покупать уроки. Иначе говоря, требуется осуществить скоринг клиентов, заключающийся в разбиении их на классы, путем присваивания определенных баллов, показывающих насколько клиент готов к заключению сделки.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Построить модель прогноза неоплаты уроков новым клиентом;
2. Получить экономию на «необслуживании» клиентов, которые согласно прогнозу не купят уроки, превышающую сумму потерь бизнеса от тех из них, кто на самом деле планировал приобрести товар, и расходов на создание и поддержку работы модели.

Для реализации модели были обработаны данные о клиентах прошлых лет, включающие информацию о факте их покупки платных услуг по истечению бесплатного урока. Для работы с категориальными признаками использовался CatBoostEncoder, имеющий достаточную высокую скорость кодирования. Кроме того, на основе информации о времени подачи заявки на вводный урок были созданы дополнительные мета-фичи. Данные, имеющие минимальную ценность были опущены

В качестве классификатора была выбрана одна из наиболее успешных реализаций градиентного бустинга — LightGMB. Данный выбор был обоснован высокой степенью точности предсказаний при внушительном выигрыше во времени в сравнении с другими реализациями. Валидация проводилась на выборке, содержащую информацию о клиентах за последний месяц.

В данной работе была рассмотрена база пользователей, воспользовавшаяся услугой бесплатного вводного урока. Был проведен анализ подходов к решению задачи бинарной классификации и предоставлено решение по определению клиентов, не планирующих приобретать платные услуги. Результаты по стандартным метрикам получись следующие: precision равна 0.951, a recall — 0.988.

Процессы генерации гравитационного излучения электромагнитными волнами во внешних электромагнитных полях

Маркова К.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Денисов В.И.
МАИ, Москва
19_ksenia_96@mail.ru

В последнее время, в связи с экспериментальным обнаружением гравитационных волн, исследования в этой области являются актуальными.

К настоящему времени в большом количестве работ исследовалось гравитационное излучение, возникающее при движении массивных астрофизических объектов - обычных и нейтронных звезд или даже черных дыр. Однако основное внимание обычно уделялось гравитационным волнам низких частот (не более 1 кГц), которые излучаются при механическом движении массивных астрофизических объектов (черные дыры, нейтронные звезды) или их частей (несферические взрывы звезд). Следует отметить, что имеющиеся к

настоящему времени детекторы гравитационных волн имеют максимум чувствительности в этой области.

Несомненно, что регистрация гравитационных волн такой частоты не только позволит получить информацию о свойствах самих волн, но и новые данные о физике нейтронных звезд и черных дыр. Вместе с тем в настоящее время необходимо обратить самое серьезное внимание на исследование гравитационных волн высоких частот: СВЧ, оптического, рентгеновского и даже гамма диапазонов частот. Помимо общетеоретического интереса такие исследования важны и для возможного в будущем практического применения гравитационных волн.

Одним из немногих излучателей гравитационных волн таких частот являются системы, в которых рабочим телом являются электромагнитные волны. Излучение гравитационных волн более высоких частот могут обеспечить лишь процессы с участием высокочастотных электромагнитных волн при их распространении через внешние электромагнитные поля. Процессы генерации и детектирования высокочастотных гравитационных волн электродинамическими системами в лабораторных условиях уже изучались. Проведенные расчеты показали, что даже при самых оптимистических параметрах для генерации и детектирования гравитационных волн требуются гигантские экспериментальные установки. В астрофизических условиях процессы генерации и детектирования гравитационных волн электромагнитными полями и волнами были изучены слабо. В частности, оказался не исследованным процесс излучения гравитационных волн электромагнитными волнами при их распространении во внешних магнитных полях пульсаров или магнетаров. Этот источник гравитационных волн, в отличие от механических систем, является релятивистским, так как электромагнитная волна в вакууме распространяется со скоростью света. В настоящей работе будет приведен алгоритм, разработанный для решения данной задачи с использованием компьютерной системы аналитических вычислений REDUCE.

Комбинированный алгоритм прогнозирования технического состояния изделий

Милованов А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сидорчук В.П.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
sidorchukvova@gmail.com

Все больше внимание уделяется надежности РЭО. Исследование надежности РЭО позволяет более грамотно выстраивать стратегию эксплуатации и ремонта РЭО, что позволяет постоянно поддерживать авиационную технику в исправном состоянии. Инженеры прибегают к решению задачи прогнозирования, в частности с использованием компьютерного моделирования развития тренда параметра.

Существуют различные алгоритмы прогнозирования: аппроксимация данных, применение теории марковских процессов, компьютерное моделирование, применение нейронных сетей и так далее. Наиболее стандартным является алгоритм аппроксимации данных, так как является относительно простым и не требующим больших вычислительных ресурсов при малых степенях аппроксимации.

Нейронные сети пришли на замену алгоритмов аппроксимации, так как имеют перед данным алгоритмом ряд преимуществ. Например, это гибкость структуры, широкий спектр возможностей применения, работа со сложными зависимостями, отсутствие необходимости в учете огромного числа факторов, оказывающих влияние на РЭО из-за того, что все их влияние уже учтено в данных, полученных при произведении замеров параметров изделия. Недостатком является невозможность выработки четкого алгоритма работы, так как сама по себе нейронная сеть является «черным ящиком» и всякий раз обучая нейронную сеть получаемый алгоритм работы может оказаться совершенно различным.

При работе алгоритма прогнозирования с использованием аппроксимации данных на первом этапе задаются начальные параметры необходимые для выполнения последующих

расчетов, а именно: количество практических выборок, номер тестируемой выборки, количество сечений контролируемого параметра, множитель разброса. По завершению алгоритма генерации рассчитываются полученные значения для относительной погрешности и строится график математического ожидания наблюдаемого процесса и выбранной реализации, где дополнительно необходимо установить уровень, соответствующий выбранному классу надежности. В случае превышения относительным отклонением одного из результатов измерений уровня, определенного классом надежности можно предположить о наличии в данный момент контроля неисправности. Для расчета оптимального межконтрольного интервала необходимо использовать график, на котором изображаются аппроксимированные кубическим полиномом: верхняя и нижняя границы доверительного интервала. Нижняя граница определять оптимальное время для проведения регламентных работ по восстановлению работоспособности объектов РЭО. Верхняя граница показывает идеальное время работы объекта.

При работе алгоритма нейросетевого прогнозирования необходимо определиться какой вид зависимости имеет анализируемая совокупность данных. Нелинейная авторегрессия с внешним входом, т.к. она обеспечивает анализ текущих значений с учетом предыдущих и обладает свойством «памяти».

Для нейросети необходимо избрать один из вариантов алгоритма обучения. На основании анализа нескольких вариантов был избран алгоритм Левенберга–Марквардта, т.к. при его использовании достигнуты наилучшие результаты и оптимальные требования к вычислительным ресурсам ЭВМ.

На следующем этапе выбирается 70% данного массива для формирования обучающей выборки примеров для нейросети. Оставшаяся часть делится пополам для формирования тестовой и контрольной выборок. Выборка формируется путем сдвига всей строки на одну строку вниз и одну строку вправо для каждой из N-1 строк. Значения после i-го столбца отбрасываются. При этом количество нулей в начале таблицы определяется тем, какое число входов сети будет создано.

Позже запускается процесс обучения, при котором адаптируются весовые коэффициенты нейронов. Обучение производится всего лишь единожды для каждого из устройств. В последующем переобучение сети необходимо производить в том случае, если наблюдаются резкие расхождения между прогнозируемым значением и полученным значением по прошествии прогнозируемого периода. Результаты работы алгоритма позволяют выдавать рекомендации для адаптации стратегии эксплуатации изделий РЭО, что существенно повысит эффективность предпринимаемых мер в отношении изделий

Комбинированный алгоритм прогнозирования является результатом объединения работы 2-х алгоритмов. После успешного выполнения алгоритма производится расчет прогноза для последнего значения выборки. Тот алгоритм, у которого будет минимальная дисперсия прогнозного значения параметра и станет источником прогнозных данных. Однако оба использованные алгоритма имеют общий недостаток: прогнозирование возможно проводить лишь на ближайший промежуток времени (2-3 отсчёта). При прогнозировании на более длительный период нет возможности учитывать влияние эксплуатационных факторов по этой причине дисперсия прогнозируемых параметров резко возрастает и теряется прогностическая способность алгоритма.

Моделирование поля температуры на выходе из камеры сгорания ГТУ

Митрофанова Ю.А., Казимарданов М.Г.
АО «ОДК-Авиадвигатель», Пермь
yliam9494@mail.ru

На сегодняшний день к основным требованиям, предъявляемым к камерам сгорания (КС), относят: обеспечение заданного уровня окружной и радиальной неравномерностей поля температуры перед турбиной, высокий уровень полноты сгорания и низкая эмиссия вредных веществ [1, 2].

На протяжении длительного времени процесс доводки КС осуществлялся, в основном, с помощью натурных испытаний. Активное развитие методов численного моделирования и создание коммерческих пакетов программ инженерного анализа позволило сократить временные и материальные затраты.

Во многих исследованиях внимание уделяют только одному требованию, который прописан в техническом задании [3, 4]. Верификация математической модели горения топлива, как правило, происходит по приоритетному параметру (например, поле температуры или эмиссия NOx).

В связи с тем, что адекватная математическая модель должна описывать все процессы, протекающие в камере сгорания, встаёт вопрос о достаточности нахождения одного приоритетного параметра для верификации эксперимента.

Целью исследования является настройка математической модели по двум аспектам: поле температуры и образование оксидов азота на выходе из КС.

Для описания процессов, проходящих в КС, была принята система осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса, замкнутая SST моделью турбулентности [5]. Для моделирования процесса горения газообразного топлива использовалась EDM/FRC модель со значениями коэффициента A в ограничителе скорости реакции, турбулентными числами Прандтля и Шмидта, которые были выбраны в качестве настроечных коэффициентов.

Приняты концептуальная и математическая постановки задачи. Выполнен ряд газодинамических расчетов, доказывающий необходимость идентификации модели по нескольким параметрам.

Список литературы:

1. Иноземцев, А.А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2. Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства. / А.А. Иноземцев, М.А. Нихамкин, В.Л. Сандрацкий. – Москва: Машиностроение, 2008. – 367 с.

2. Шиплюк А.Н. Методы оптимизации в задачах аэрогазодинамики: учеб. пособие – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 107 с.

3. Орлов, М. Ю. Доводка поля температуры на выходе из многофорсуночной камеры сгорания ГТД методами трехмерного моделирования/ М.Ю. Орлов, И.А. Зубрилин и др. – Текст: электронный // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. 15 (6-4). – С. 905-910.

4. Маркушин, А. Н. Технические решения по снижению NOx в традиционной камере сгорания ГТД НК-16СТ. / А.Н. Маркушин, В. К. Меркушин и др. – Текст: электронный // Вестник СГАУ им. академика С.П. Королёва. – 2009. (3-1). – С. 291-297.

5. Молчанов А.М. Математическое моделирование гиперзвуковых гомогенных и гетерогенных неравновесных течений при наличии сложного радиационно-конвективного теплообмена. – М.: Изд-во МАИ, 2017. – 160 с.

Термическая реакция при тепловом ударе массивного тела с внутренней цилиндрической полостью

Ненахов Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Карташов Э.М.
МАИ, Москва
newnew94@mail.ru

Влияние теплового удара на различные массивные твердые тела является одной из главных проблем в термомеханике. Этот вопрос является особенно актуальным в современном мире в связи изобретением мощных источников энергии, которые применяются во многих передовых технологических процессах. В рамках исследования этой проблемы, в основе которой были взяты динамические модели термоупругости, были сформулированы модели, построенные на основе классических концепций Фурье[1-4] и Максвелла-Каттанео-Лыкова с учетом эффекта релаксации.

Предложено уравнение совместности в напряжениях для динамических задач, обобщающее известное соотношение Бельтрами-Митчелла для квазистатических случаев. Предложенное соотношение является удобным при рассмотрении многочисленных частных случаев в теории теплового удара в декартовых координатах как для ограниченных тел канонической формы (бесконечная пластина), так и для частично ограниченных (пространство, ограниченное изнутри плоской поверхностью). В последнем случае получаемые аналитические решения динамических задач термоупругости приводят к наглядным и удобным для физического анализа функциональным конструкциям, описывающих кинетику термических напряжений. Для цилиндрической и сферической системы координат предложено уравнение «совместности» в перемещениях, удобное для исследования проблемы теплового удара в телах при радиальном потоке теплоты и в условиях центральной симметрии. Выделен класс задач, в которых учет геометрических размеров конструкции, исследуемой на термомеханическую реакцию в условиях интенсивного нагрева, касается главным образом приповерхностных слоев. Как показывают эксперименты именно эти слои поглощают основное количество теплоты в течении времени, близкого к началу нагрева, что соответствует временам микросекундной длительности действия инерционных эффектов. Исследована термическая реакция массивного термическая реакция массивного тела с внутренней цилиндрической полостью в рамках динамической термоупругости при различных режимах интенсивного нагрева поверхности полости. Проведены численные эксперименты и описан волновой характер термических напряжений с соответствующими квазистатическими значениями и наглядно установлена роль инерционных эффектов в математических моделях теории теплового удара [5].

Список литературы:

1. Карташов Э.М., Кудинов В.А. Математические модели теплопроводности и термоупругости. М.: Изд-во МИРЭА. 2018. 1200 с.

2. Паркус Г. Неустановившиеся температурные напряжения. М.: Физматлиз. 1963. 251 с.

3. Боли Б., Уэйнер Дж. Теория термоупругих напряжений. М.: Мир. 1964. 517 с.

4. Новацкий В. Обзор работ по динамическим проблемам термоупругости. Механика (сб. переводов). 1966. №6. С. 101-142.

5. Карташов Э.М., Ненахов Е.В. Модельное представление теплового удара. Известия РАН. Энергетика. 2019. № 2. С. 135-156.

Проектирование рекомендательной системы образовательного контента

Осин А.А.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Сологуб Г.Б.
МАИ, Москва
aaosin@mai.education

Цель работы заключается в проектировании рекомендательной системы образовательного контента, которая позволит преподавателям лучше подбирать соответствующий материал для определенного ученика исходя из его интересов или уровня знания языка. Что позволит увеличить среднее время удержания клиента и, как следствие, увеличить пожизненную ценность клиента.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать и предобработать данные;

2. Построить модель рекомендаций, способную подобрать под текстовый ряд (слайд) видеоряд (субтитры).

Для реализации модели были обработаны данные, представляющие собой содержание слайдов и метаинформацию о слайде, а также текст субтитров. После их предобработки, тексты обеих выборок были лемматизированы при помощи 2 различных лемматизаторов из библиотеки NLTK и Scapy. А также тексты были подготовлены к векторизации фильтрацией слов не несущих смысловой нагрузки, при помощи библиотеки pyenchant. Для векторизации

текстов была использована мера TF-IDF, в результате которой мы получили вектор длины 78879 слов.

После того как получили для каждого датасета векторный вид, была найдена матрицу схожести при помощи косинусной меры. При этом были сохранены только такие слайды, у которых есть хотя бы одна пара с субтитрами видео, значение косинусной меры между которыми превышает порог, который мы допустили равным 0.3.

В результате имеем матрицу размера 16126 × 2111, в которой каждый элемент — это соответственное значение косинусной меры между слайдом и видео. То есть мы обнаружили только 16126 слайдов, у которых есть хотя бы одна пара к субтитрам, значение косинусной меры которой превышает порог 0.3.

В данной работе были рассмотрены наборы данных слайдов и видео. Был проведен анализ подхода к созданию рекомендательной системы при помощи метода, основанного на самом контенте (content-based). В результате мы получили, что на основе этого метода мы получили 16126 (примерно 20% всей выборки) слайдов, к которым можно порекомендовать хотя бы одно видео.

Исследование и анализ алгоритмов раскраски гиперграфов

Пашковская Е.А., Ирбитский И.С.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва
Katushka1699@gmail.com

Раскраска гиперграфов применяется для решения различных задач, например, для построения современных сетей передачи данных, для проектирования механизмов маршрутизации, для численной оптимизации и др. Поэтому существование универсального и оптимального алгоритма могло бы упростить их решение.

В ходе исследования были рассмотрены следующие алгоритмы:

1. Детерминированный алгоритм A для 2-раскрашиваемых k-равномерных гиперграфов [1].
2. Простой случайный алгоритм [2].
3. Parallel Distance-2 Coloring [3].
4. Сетевой бесконфликтный алгоритм [4].
5. Simple randomized streaming algorithm [5].
6. First Fit [6, 7].
7. Las Vegas [8].
8. CR [9].

Для классификации алгоритмов были выбраны 3 критерия: время работы, сложность и количество цветов. После чего был произведен анализ алгоритмов раскраски и их сравнение. По итогам анализа сделаны следующие выводы:

• Каждый из алгоритмов используется для раскраски определённых классов гиперграфов.

• Абсолютно универсального и оптимального алгоритма на данный момент не предложено.

• Пять вариантов из представленных алгоритмов имеют наибольшее покрытие гиперграфов: Parallel Distance-2 Coloring [3], Сетевой бесконфликтный алгоритм[4], First Fit [6,7], Las Vegas [8], CR [9].

На основе данных алгоритмов предполагается разработать программный комплекс по автоматической классификации гиперграфа и применения наиболее подходящего алгоритма.

Список литературы:

1. Achlioptas D. et al. Two-Coloring Random Hypergraphs // Random Struct. Algorithms. 2002. Vol. 20, № 2. P. 249–259.

2. Alon N. et al. Coloring 2-colorable hypergraphs with a sublinear number of colors // Nord. J. Comput. 1996. Vol. 3, № 4. P. 425–439.

3. Bozdağ D. et al. A parallel distance-2 graph coloring algorithm for distributed memory computers // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). 2005. Vol. 3726 LNCS. P. 796–806.
4. Bar-Noy A. et al. Online conflict-free colouring for hypergraphs // Comb. Probab. Comput. 2010. Vol. 19, № 4. P. 493–516.
5. Dinur I., Guruswami V. PCPs via the low-degree long code and hardness for constrained hypergraph coloring // Isr. J. Math. Springer New York LLC, 2015. Vol. 209, № 2. P. 611–649.
6. Nagy-György J., Imreh C. Online hypergraph coloring // Inf. Process. Lett. Elsevier B.V., 2008. Vol. 109, № 1. P. 23–26.
7. Nagy-György J. On the advice complexity of coloring bipartite graphs and two-colorable hypergraphs // Acta Cybern. University of Szeged, Institute of Informatics, 2018. Vol. 23, № 3. P. 929–938.
8. Bärtschi A., Grandoni F. On conflict-free multi-coloring // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). Springer Verlag, 2015. Vol. 9214. P. 103–114.
9. Alon N., Spencer J.H. A Note on Coloring Random k-Sets. P. 1–5.

Программная реализация критерия конечности числа решений полиномиальных систем уравнений

Пивоварова Е.А., Прошутина Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва
liza.pif@mail.ru

До сих пор нет однозначно наиболее оптимального алгоритма, который бы устанавливал конечность решений систем полиномиальных уравнений. В данной работе рассматривается одна из основных задач компьютерной алгебры – нахождение решений системы полиномиальных уравнений, которая сводится к реализации критерия конечности числа решений над C.

Основная идея работы состоит в анализе остатка от деления полинома f на базис Грёбнера G, который определен однозначно. Множество остатков – факторкольцо по идеалу I. Если оно конечномерно и не меняется при переходе от одного упорядочению к другому, то можно предположить, что пространство V также конечномерно, и решения есть, причем количество решений не превышает размерности векторного пространства над C. Стоит учитывать, что правильный выбор упорядочения упрощает доказательство конечномерности алгебраического многообразия.

Решение системы строится по следующему правилу: последовательно вычисляются значения переменных, используя базис Грёбнера по отношению к lex-упорядочению. Далее проводится сравнение полученных результатов с такими алгоритмами как метод Ньютона для многих переменных и метод релаксации.

Результатом данной работы является оценка разработанного критерия на примере решения множества систем полиномиальных уравнений и сравнении данного метода с другими известными алгоритмами. Реализация алгоритмов и сравнительный анализ представлен программами на python 3.8 (с использованием simpy, numpy).

Список литературы:

1. Кокс Д., Литтл Дж., О'Ши Д. Идеалы, многообразия и алгоритмы. Введение в вычислительные аспекты алгебраической геометрии и коммутативной алгебры. – М.: Мир, 2000. 687 с
2. Joachim von zur Gathen, Jürgen Gerhard. Modern Computer Algebra. 3th ed. Cambridge: Cambridge university press, 2013.
3. Акритас А.Г. Основы компьютерной алгебры с приложениями. Москва: Мир, 1994. 272 с.
4. Дэвенпорт Дж., Сирэ И., Турнье Э. Компьютерная алгебра. Москва: Мир, 1991. 352 с.

Моделирование конвективного потока непрерывного оптического разряда

Прохорчук К.В.
Научный руководитель — д.ф.-м.н. Якимов М.Ю.
МАИ, Москва
gamer-k@mail.ru

Непрерывный оптический разряд (НОР) является одним из способов поддержания плазмы с температурой полной однократной ионизации, не требующим для подвода энергии соприкасающихся с плазмой конструктивных элементов, электродов, волноводов, индукторов и т.п. Это позволяет поддерживать плазму, например, в замкнутых колбах с инертным газом высокого давления, пропуская лазерное излучение сквозь прозрачную стенку. Этот принцип положен в основу получивших распространение в последние годы широкополосных лазерно-плазменных источников излучения высокой яркости на основе НОР [1], которые находят все более широкое применение в поляриметрии, эллипсометрии, микроскопии, абсорбционной спектроскопии и др.

Одним из главных требований, предъявляемых к таким источникам, является высокая временная и пространственная стабильность излучения [2]. Высокотемпературная плазма НОР вызывает в плазмообразующем газе интенсивную конвекцию, которая сопровождается характерными пульсациями конвективного факела, отрицательно влияющими на стабильность положения и яркость плазмы НОР [3]. В данной работе представлены результаты математического моделирования пульсаций конвективного факела НОР.

Конвективный факел из разогретого до высокой температуры газа образуется вокруг плазмы НОР, поддерживаемой за счет поглощения лазерного излучения. Факел формируется в результате теплопроводностного переноса тепла к окружающему газу из зоны разряда и термогравитационной конвекции. За счет этого механизма теплоотвода плазма теряет около пятой части мощности подводимого к ней лазерного излучения.

При математическом моделировании решалась гидродинамическая задача конвекции вокруг локального источника тепловыделения в ксеноне высокого давления, находящемся в сферической кварцевой колбе диаметром 16.7/20.7 мм (внутренний/внешний), температура снаружи которой считалась постоянной. Предполагалось, что в сфероидальном объеме диаметром 0.3 мм и длиной 0.5 мм, находящемся в центре колбы, выделяется тепловая мощность 10 Вт. Постановка задачи в основном соответствует условиям поддержания НОР в лазерно-плазменном источнике излучения ЛПИ-50 [1].

В расчете получены динамические распределения температуры, плотности и скорости газа вокруг области тепловыделения, показывающие образование тороидальных вихрей в зоне конвекции, приводящих к возникновению пульсации. Результаты расчета находятся в хорошем соответствии с полученными ранее экспериментальными данными [3].

Список литературы:

1. Зимаков В. П., и др. // Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2016. Т. 17, вып. 2. http://chemphys.edu.ru/issues/2016-17-2/articles/653/

2. Зимаков В.П., и др. // Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2018. Т. 19, вып. 4. http://chemphys.edu.ru/issues/2018-19-4/articles/754/

3. Lavrentyev S.Yu., et al. // 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1394 012012 https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1394/1/012012/pdf

Прочностной расчёт композитного газового баллона высоко давления в программном комплексе Ansys

Пузырецкий Е.А.
Научный руководитель — к.т.н. Файзуллина Н.М.
КНИТУ-КАИ, Казань
just.man6@mail.ru

Целью данной статьи является проведение прочностного расчёта композитного газового баллона и описание приёмов, позволяющих оптимизировать процесс расчёта и получить наиболее качественные результаты. В данной задаче требуется подобрать укладку слоёв композиционного материала, которая обеспечит заданный уровень коэффициента запаса прочности в композите и лейнере, с минимальной массой.

Для данного расчёта использовался универсальный программный комплекс ANSYS, использующий метод конечно-элементного (МКЭ) анализа. Ansys имеет специализированные модули для работы с композиционными изделиями. Они позволяют учесть все нюансы технологии производства подобных изделий, для того, чтобы результаты численного моделирования были максимально приближены к реальности.

Геометрия представлена в виде CAD модели газового баллона. Сборка состоит из металлических лейнера и фиттинга. Для оптимизации процесса расчёта рекомендуется изменить геометрию фиттинга, убрав соединительную часть, через которую производится закачка материала. Данное решение никак не влияет на результаты расчёта, так как это часть изделия не участвует в восприятии внутреннего давления.

Необходимо учесть технологические ограничения по намотке волокна: в цилиндрической зоне слои укладываются с углом (относительно оси вращения баллона) не менее 15° и не более 89°; толщина лейнера 1 мм. Слои с углом намотки менее 50° должны укладываться на всю поверхность металлического основания баллона. Слои с углом намотки менее 70° укладываются симметрично.

В процессе моделирования слоёв композиционного материала в модуле Ansys Composite Preppost (ACP) необходимо учесть слой связующего толщиной 0,1 мм между лейнером и композитом, так как его разрушение может привести к значительному снижению прочностных характеристик изделия [1]. Также, экспорт слоёв следует производить как “Shell”, так как в рамках данной задачи рассматривается плоско напряжённое состояние и производить экспорт слоёв как “Solid” не всегда представляется возможным из-за неимения достаточного количества вычислительных ресурсов.

Запас прочности композита по критерию Цаи-Ву – 3,0, по лейнеру и слою связующего – 2,0, который определяется как отношение предела прочности на растяжение к действующему уровню напряжений. Допуск по запасу прочности ±0,5.

Конечно-элементная сетка строилась с использованием преимущественно гекса элементов.

Была подобрана следующая укладка композиционного материала:

3 слоя под углом +15° и 3 слоя под углом -15° по всей поверхности лейнера. 2 слоя под углом +89° на цилиндрической части лейнера. 5 слоёв под углом +89° в задней части лейнера и 4 слоя под углом +89° в зоне контакта композитной оболочки и фиттинга.

Задание нагрузок и граничных условий в модуле Static Structural. К фиттингу было применено ограничение типа “Fixed Support”. К внутренней поверхности баллона было приложено давление величиной 10 Мпа.

Также, в модуле Static Structural задаётся контакт фиттинг – лейнер по типу Bonded. Точки контактного взаимодействия («Detection Method») будут определяться методом проекции поверхности – цели на контактную поверхность («Nodal-Projected Normal from Contact). Данный способ в заданном расчётном случае позволит получить наиболее верное распределение давлений в области контакта и усилий, возникающих из-за трения. Также, понадобиться искусственно уменьшить жёсткость модели до 0,2 и включить подстройку жёсткости модели при каждой итерации. Также, необходимо добавить автоматическую

подстройку пары (фиттинг - лейнер) до соприкосновения («adjust-to-touch»). Количество итераций для более плавного нагружения детали возьмём равным 100. Этот момент очень важен, так как это будет влиять на схождение задачи [2].

По итогам расчётов были получены следующие результаты: Запас прочности в композитной оболочке: 2,5695, в металлическом лейнере: 2,48. Перемещения в баллоне: 0,0563 мм

Таким образом, провели качественный расчёт газового баллона из композитного материала, оптимизировав при этом работу путём анализа типа нагружения, упрощения геометрии в местах, не участвующих в работе, а также построением качественной конечно-элементной сетки с минимальным использованием вырожденных конечных элементов и правильным подбором установок решателя.

Список литературы:

1. Морозов Е.М. (2010) ANSYS в руках инженера. Механика разрушения
2. Бруяка В.А. Инженерный анализ в Ansys Workbench. Часть 1

Комбинированная компьютерная модель для решения прямой и обратной задач по расчёту и анализу допусков электронных компонентов

Рахметов И.А., Кенжахметов Ж.Е.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
rakhmetilyas@gmail.com

Современные технологии сквозного схемотехнического проектирования используют прогрессивные инструменты численного анализа и имитационного компьютерного моделирования. САПР позволяют задавать как типовые, так и пользовательские законы распределения случайных величин, к которым, прежде всего, относятся допуски на номиналы пассивных и активных электронных компонентов (ЭРЭ), потопающих на конвейер для массовой сборки изделий [1, 2]. Для оценки влияния допусков номинальных значений ЭРЭ на выходные параметры проектируемого электронного устройства используются вероятностные модели, в которых влияние случайных факторов учитывается с помощью задания вероятностных характеристик случайных процессов (законы распределения и спектральные плотности вероятностей, корреляционные функции) [3].

Несмотря на существенное развитие схемотехнических САПР, разработка сценариев для имитационного моделирования с целью выявления влияния допусков ЭРЭ на выходные параметры изделия и назначения допустимых допусков, обеспечивающих удержание параметра в требуемом диапазоне при массовом выпуске, остаётся крайне трудоёмкой задачей. Здесь необходимо отметить и низкий уровень оперативности передачи найденных в ходе имитационного моделирования численных значений, в единое информационное пространство проекта и, следовательно, в реальное производство. Кроме того, любое изменение в электрической принципиальной схеме повлечёт за собой повторное выполнение сценария моделирования в полном объёме. Таким образом, задача снижения трудоёмкости, повышения оперативности и гибкости расчёта допусков ЭРЭ, входящих в состав изделия, остаётся крайне актуальной задачей [3].

Одним из очевидных решений данной задачи является разделение сложной принципиальной схемы на относительно простые фрагменты, позволяющие синтезировать аналитическую зависимость между номиналами использованных ЭРЭ и анализируемым функциональным параметром, т.е. сформировать комплексную передаточную функцию. А одним из эффективных способов решения является использование известного дифференциального (аналитического) метода расчёта коэффициентов влияния и вычисление типовых технологических индикаторов: индексов воспроизводимости и возможностей; коэффициентов точности и запаса точности; технологической надёжности изделия; технологической воспроизводимости и управляемости изделия; коэффициентов мгновенного

рассеяния и смещения; верхней и нижней контрольных границ; вероятностей получения брака по верхней и нижней контрольным границам [1].

По аналогии с машиностроительными размерными цепями в процессе аналитического расчёта допусков ЭРЭ можно выделить прямую (расчёт допусков ЭРЭ на основании требований к допуску выходного параметра) и обратную (расчёт допуска выходного параметра на основании доступных допусков номиналов ЭРЭ) задачи. Такой подход реализован в комбинированной открытой компьютерной модели, сформированной в MathCAD. Модель позволяет задавать большое количество электронных компонентов, допустимый уровень брака, две контрольные частоты, параметры входного сигнала и предельный процент отклонения анализируемого выходного параметра уровень на основе входной матрицы, которая также содержит лингвистически переменные, необходимые для идентификации и визуализации процесса и результатов расчёта.

На основании синтеза комплексной передаточной характеристики электронной цепи формируются АЧХ и ФЧХ и матрицы параметров, допусков и индикаторов для нормального (гауссово) и равномерного распределений. При этом выраженные в процентах значения допусков номиналов, используемых ЭРЭ рассчитываются двумя способами: равный вклад и равный допуск, создавая базу для вариативных решений и расширяя возможности по использованию ЭРЭ.

Аналогичным образом формируется вариативный отклик и на решение обратной задачи. На основании объединения аналитического расчёта и статистического моделирования в САПР, программа позволяет вычислить указанные выше индикаторы технологической воспроизводимости, устойчивости и управляемости анализируемых выходных параметров фрагмента электронной схемы и цепи.

Список литературы:

1. Печаткин А.В. Обеспечение требуемой точности функциональных параметров электронных устройств на ранних этапах сквозного компьютерного проектирования компонентов / А.Т. Кизимов, А.В. Печаткин, А.Н. Смирнов // Вестник РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск, №3 (42), 2017. – С. 98–110

2. Печаткин А.В. Обеспечение заданной точности выходных параметров радиоэлектронного устройства на основе статистического расчёта допусков компонентов / А.Т. Кизимов, А.В. Печаткин, А.Н. Смирнов // Вестник РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск, №1 (32), 2015. - С. 171-178

3. Печаткин А.В. Изменение подхода к использованию коррелированных и некоррелированных допусков номиналов электрорадиокомпонентов в поведенческих моделях электронных средств в процессах автоматизированного схемотехнического проектирования / А.Т. Кизимов, А.В. Печаткин, А.Н. Смирнов // Вестник РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск, №1 (32), 2015. - С. 158-165

Математическая модель лазерной станции нового поколения для локации космических аппаратов

Рыбаков В.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Денисова И.П.
МАИ, Москва
volodyarybakov@mail.ru

При проведении лазерной локации космических аппаратов для отражения световых импульсов используются специальные оптические устройства – ретрорефлекторы. Отраженный от ретрорефлектора лазерный импульс образует на поверхности Земли светящееся пятно, форма которого и распределение потока световой энергии по нему зависят от многих факторов, таких, например, как мощность лазера станции, конструкция и размеры блока ретрорефлекторов, установленного на космическом аппарате, и от направления отражения центрального луча, предопределяемого эффектом скоростной аберрации. Поэтому

принимаемый лазерной станцией поток световой энергии можно увеличить, оптимизируя влияние любого из названных факторов.

Однако увеличение мощности лазера станции и размеров ретрорефлекторов космического аппарата имеют свои пределы. Кроме того, при использовании любого типа ретрорефлекторов или их блоков, как показали расчеты, из-за эффекта скоростной аберрации отраженные световые импульсы в процессе локации движутся по поверхности Земли так, что лазерная станция значительную часть сеанса оказывается в тех частях пятен, где поток световой энергии ниже порога регистрации. По этой причине устойчивая локация космических аппаратов зачастую оказывается невозможной.

Для существенного увеличения дальности, на которой можно проводить устойчивую лазерную локацию космических аппаратов, необходимо разработать лазерную станцию нового поколения, конструкция которой существенно отличается от конструкции современных лазерных станций. Основное отличие заключается в том, что приемный телескоп должен быть отделен от лазерной станции и помещён на движущуюся платформу. Эта платформа должна следовать по поверхности Земли так, чтобы приемный телескоп всегда находился в точках пятен, где поток световой энергии максимален. Очевидно, что такой способ локации потребует не только изменения конструкции самой станции, не только широкого использования вычислительной техники для управления процессом локации и сбора информации с пространственно разделенных блоков станции, но и изменения системы последующей обработки полученной информации. Однако все эти изменения в настоящее время технически реализуемы.

В данной работе построена математическая модель этого нового способа лазерной локации и рассчитана требуемая скорость перемещения приемного телескопа для того, чтобы он оказывался в точке пятна каждого отраженного светового импульса, где поток световой энергии максимален.

Эта модель состоит из нескольких последовательных блоков. В первом из них для любой заданной лазерной станции и для любого околоземного космического аппарата вычисляется время вхождения аппарата в зону локации заданной станции. Затем для каждого испущенного станцией лазерного импульса вычисляются время прихода на поверхность Земли отраженного от ретрорефлекторов импульса и координаты точек пятен, где поток отраженной световой энергии максимален. После этого прокладывается маршрут движения для платформы с подвижным телескопом от точки приема предыдущего импульса к точке приема последующего импульса. Все эти данные передаются на исполнительный орган, который управляет движением платформы и производит запись всей необходимой информации.

По этому алгоритму создан программный комплекс для компьютерной системы управляющей лазерной локацией с подвижным телескопом.

Как показали предварительные расчеты, требуемая скорость движения платформы оказывается не более 10 км/час при локации любого околоземного космического аппарата, с высотой апогея, не превышающей высоту апогея Луны. Величина светового потока, принимаемого подвижным телескопом, при прочих равных условиях оказывается в десятки раз больше, чем при старом методе локации. Это обеспечивает, во-первых, устойчивость процесса локации и, во-вторых, увеличение дальности до космических аппаратов, для которых можно использовать лазерную локацию. Интересно отметить, что точки пятен с максимальным потоком отраженной световой энергии в процессе локации оказываются на расстоянии от 100 м до 2 км от лазерной станции.

Аэродинамические характеристики деформируемого профиля, изгибаемого за счет натяжения обшивки

Рыбкина Н.М.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Гришанина Т.В.
МАИ, Москва
pogewe@mail.ru

В настоящее время в авиации весьма актуальной является проблема создания беспилотных летательных аппаратов (самолётов) различных размеров (начиная от микроаппаратов), форм и назначений, как для военного, так и для гражданского использования. В конструкции крыльев большого удлинения сверхлегких беспилотных самолётов могут использоваться мембранные элементы, существенно снижающие вес самолёта и позволяющие отказаться от шарнирных соединений и механизмов для отклонения аэродинамических органов управления. Конструкция такого крыла состоит из тонкостенного лонжерона с профилированным носиком и задней балкой, которые соединены между собой недеформируемыми нервюрами и натянутыми между ними мембранами.

Аэродинамическая нагрузка на изогнутый профиль определяется на основании точного решения плоской задачи дозвукового обтекания несжимаемым газом. При её воздействии на крыло происходит изгиб и сдвиг лонжерона, а также растяжение верхней и нижней обшивок. Управление аэродинамическими нагрузками происходит за счет изменения натяжения верхней и нижней обшивок. Уравнения для связанной задачи статической аэроупругости профиля при действии аэродинамических нагрузок получены по методу конечных элементов.

Рассмотрен пример расчета. Определены распределения аэродинамической нагрузки по хорде деформируемого профиля и значения аэродинамических характеристик (коэффициентов подъемной силы и момента тангажа). Показана эффективность предложенного способа управления аэродинамическими характеристиками крыла без элеронов за счет раздельного натяжения верхней и нижней обшивок.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта 18-08-00937-а).

Применение метода LU-разложения для расчета производственного задания при нечёткой информации о коэффициентах прямых затрат и конечном спросе на продукцию

Савельева В.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Пантелеев А.В.
МАИ, Москва
VeraSSavel@gmail.com

Данная работа описывает классическую задачу анализа взаимосвязи между различными секторами экономики, производящими товары и услуги. В качестве исходных параметров задаются такие величины, как стоимость товаров и услуг каждого сектора, а также конечный и промежуточный спрос. Требуется найти, какое количество продукции следует произвести, чтобы удовлетворить производственное задание. При выполнении производственного задания информация может быть размыта. В частном случае, элементы матрицы прямых затрат и вектора-столбца спроса можно описать при помощи нечётких чисел, например, треугольных, и операций над ними. Треугольные числа задаются функцией принадлежности, которая позволяет определить их положительность или отрицательность на числовой оси. Для нахождения положительного решения полностью нечёткой линейной системы предлагается использование метода LU-разложения. На первом этапе выполняется LU-разложение над матрицей затрат при условии, что она не является вырожденной. На втором — находится решение в нечётком виде.

На основе данного алгоритма было разработано программное обеспечение на языке C# в среде Microsoft Visual Studio Express 2012, позволяющее находить конечный объём

производимой продукции в случае параметрического задания значений матрицы прямых затрат и матрицы-столбца спроса треугольными числами. В качестве тестовых примеров были выбраны три задачи, решение которых было заранее известно, что позволило оценить точность программных вычислений. Также был проведён анализ зависимости объёмов выпуска продукции от спроса.

Список литературы:

1. Бортаковский А.С., Пантелеев А.В. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. Практикум. – М.: ИНФРА–М, 2015.

2. Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах. – СПб.: Лань, 2015.

3. Dubois D., Prade H. Fuzzy sets and systems: theory and applications, Academic Press, New York, 1980.

4. Nasseri S.H., Sohrabi M., Ardil E. Solving fully fuzzy linear systems by use of a certain decomposition of the coeffi cient matrix // World Academy of Science, Engineering and Technology. 2008. V.19. P. 784–786.

5. Dehghan M., Hashemi B., Ghatee M. Computational Methods for Solving Fully Fuzzy Linear Systems// Alied Mathematics and Computation. 2006. V. 179. P. 328–343.

Разработка параллельных алгоритмов TT-разложения

Симахин И.Н.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Ревизников Д.Л.
МАИ, Москва
ivnsimakhin@gmail.com

Для создания и выпуска новых авиационных комплектующих требуется множество различных и сложных вычислений, например, моделирование работы двигателя. Большинство алгоритмов для повышения точности вычислений требуют увеличения количества обрабатываемых данных [1, 2], однако при таком подходе современные компьютеры сталкиваются с проблемой нехватки оперативной памяти.

Для решения задачи эффективного хранения и представления данных используются алгоритмы тензорного разложения, например, разложение в тензорный поезд [3, 4], где тензор - это многомерный массив. На практике, данный подход позволяет сократить количество необходимых элементов для хранения в несколько раз. В результате разложения в тензорный поезд получается набор двумерных тензоров. Для получения конкретного исходного элемента выполняется перемножение цепочки матриц. В данной последовательности первая и последняя матрица являются вектор-строкой и вектор-столбцом соответственно. Получение данного формата представления сводится к многократному использованию алгоритма SVD разложения, который применяется рекурсивно.

На сегодняшний день существуют теоремы доказывающие, что абсолютный любой тензор можно представить в формате тензорного поезда, однако иногда для этого требуется слишком много вычислительных ресурсов, чтобы преобразование выполнилось за приемлемое время. Именно для таких случаев используются современные возможности распараллеливания на центральном процессоре или видеокарте.

Одна из проблем распараллеливания на процессоре - это его ограничения. Последние модели содержат всего несколько ядер, по которым можно разделить задачу, поэтому существуют подходы, объединяющие сразу множество компьютеров в одну вычислительную сеть. Примером библиотеки, выполняющей это — MPI. Она позволяет объединять компьютеры в сеть и обеспечивает общение между ними посредством передачи сообщений - рандеву.

Другое перспективное направление в области распараллеливания - технология CUDA [5] от компании Nvidia. Данная технология идет вместе с дискретными графическими ускорителями, в которых содержаться сотни или тысячи вычислительных ядер. По одному данные ядра не могут выполнить задачу быстро, поэтому они берут своим количеством.

Технология CUDA позволяет в ряде задач существенно уменьшить время выполнения (на порядок, а иногда и на два).

Данные технологии имеют огромный потенциал и часто используются для тяжелых вычислений. Применяя одновременно CUDA и MPI можно получить ускорение работы программы в десятки и иногда в сотни раз.

Список литературы:

1. Morozov A. Y., Reviznikov D. L. Adaptive Interpolation Algorithm Based on a kd-Tree for Numerical Integration of Systems of Ordinary Differential Equations with Interval Initial Conditions // Differential Equations. 2018. Vol. 54. No. 7. P. 945--956. DOI: 10.1134/S0012266118070121.

2. Morozov A. Yu., Reviznikov D. L., Gidaspov V. Yu. Adaptive Interpolation Algorithm Based on a KD-Tree for the Problems of Chemical Kinetics with Interval Parameters // Mathematical Models and Computer Simulations. 2019. Vol. 11. No. 4. P. 622--633. DOI: 10.1134/S2070048219040100.

3. Oseledets I.V. Tensor-train decomposition // SIAM Journal on Scientific Computing 2011. Vol. 33. No. 5. P. 2295–2317.

4. Оселедец И.В. Тензорные методы и их применение: диссертация доктора физико-математических наук, Институт вычислительной математики РАН, Москва, 2009.

5. Cheng J., Grossman M., McKercher T. Professional CUDA C Programming. John Wiley and Sons Limited, 2014, p. 528.

Определение классов пространственных взаимоотношений для объектов 3D-сцены

Стоколесов М.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Филиппова А.С.
МАИ, Москва
mr.max-7@yandex.ru

В настоящее время виртуальные окружения активно используются для решения широкого круга задач. Однако построение сцен, состоящих из таких окружений является времязатратным и дорогим процессом. Поэтому инструменты, позволяющие осуществлять поиск по набору таких 3D-сцен, становятся очень актуальными. В данной работе предложен один из возможных способов функционирования такого инструмента, осуществляющего поиск по имеющейся базе сцен с заданными пространственными отношениями между содержащимися в них объектами.

Целью же настоящей работы является исследование и оптимизация процесса формирования такой базы, а именно — решения задачи определения пространственных взаимоотношений между объектами.

Существует множество способов осуществлять поиск по 3D-моделям. Для этого могут быть использованы поиск по ключевому слову или применение упрощенного варианта моделей [3, 4]. Также модели могут быть сравнены на основе их векторов признаков [5]. Однако эти методы не предназначены для сравнения сложных сцен, состоящих из множества таких моделей, но являются её подзадачей.

В работе [1] предложен метод сравнения сцен, основанный на использовании т.н. графа сцены, узлы которого представляют объекты сцены, а ребра — пространственные взаимоотношения между ними. Само же сравнение осуществляется с помощью набора ядер, определяющих величину схожести узлов или ребер по соответствующим критериям.

Пространственное взаимоотношение между двумя объектами определяет, как один объект расположен в пространстве относительно другого.

Для трехмерного случая в работе [1] вводится в рассмотрение т.н. контактный полигон (contact polygon) двух объектов A и B, который определяется как одна из граней полигональной сетки объекта A, для которой в полигональной сетке объекта B найдется другая грань такая, что расстояние между ними меньше, чем малое

Применение генеративных нейронных сетей для создания признакового пространства в задаче классификации звуковых образов

Сухарев А.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Зайцев В.Е.
МАИ, Москва
andreisukharev@gmail.com

Генеративные нейронные сети набирают всё большую популярность в решении самых различных задач, таких как улучшение изображений, создание новых изображений на основе существующих, синтезе голоса и т.п. Одной из проблем, которая стоит при решении задачи классификации звуковых образов, является создание такого признакового пространства, которое позволит эффективно решить задачу при помощи глубоких нейронных сетей.

В различных научных работах используют следующие подходы к созданию признакового пространства: извлечение мел-частотных кепстральных коэффициентов (MFCC), мел-спектрограммы, дискретного вейвлетного преобразования (DWT) и др. С их помощью можно извлечь из сырого аудио сигнала частотно-временные характеристики, которые значительно улучшают качество модели по сравнению с использованием исходных данных.

Одного преобразования данных бывает недостаточно, поэтому признаковое пространство можно расширить: добавить версии сигнала с шумами, измененным тоном и другими преобразованиями, которые дополнительно улучшают качество модели. В данной работе предлагается следующий подход: создание дополнительных признаков при помощи Cycle Consistent Generative Adversarial Network (CycleGAN). Полученные признаки имеют большую размерность, поэтому далее производится кластеризация при помощи K-Means и классификация при помощи градиентного бустинга. Дополнительные признаки всё ещё выражают исходные зависимости в данных, но также и подчёркивают те из них, которые улучшат модель на дальнейших этапах.

С использованием данного метода на наборах данных ESC-10, ESC-50, UrbanSound8K точность модели возросла от 3.39% до 13.87% в зависимости от набора данных.

Прогнозирование количества проведенных уроков с новым клиентом

Финогенов Н.А.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Сологуб Г.Б.
МАИ, Москва
finogenov.nik@gmail.com

Цель работы заключается в разработке модели машинного обучения, которая позволила на имеющихся данных об учениках и преподавателях строить прогнозы количества проведенных уроков между конкретной парой ученик-учитель. И при этом желательно добиться того, чтобы количество проведенных занятий было максимальным и при этом нагрузка на преподавателей была равномерной.

Для достижения поставленной цели были обработаны следующие таблицы:

1. Данные об учениках за 4 года.
2. Данные о преподавателях за 6 лет.
3. Данные о проведенных занятиях за 2 года.

Третья таблица была расширена данными из первых двух, там образом, чтобы получить признаки преподавателей, учеников и количество проведенных уроков. Далее все текстовые признаки были переведены в числовые с помощью пакета «Category Encoders», из datetime признаков построены новые, мета признаки. После было проведено извлечение наиболее важных признаков.

Для построения модели регрессии был выбран инструмент LightGBM. Этот выбор был оправдана тем, что LightGMB прост в использовании, и при этом дает сравнительно хорошую

точность при быстром времени работы. Для обучения все данные были разбиты на 2 части: обучающий - тестовый набор и валидационный набор.

В данной работе был проведен анализ и предобработка данных об учениках, преподавателях, уроках. Были исследованы различные подходы к решению задачи регрессии и построено решение задачи прогнозирования числа проведенных уроков между конкретным учеником и учителем. Для проверки качества использовались следующие метрики: RMSE=4.78 и R2 = 0.59.

Классификация товаров по текстовому описанию

Фомин А.К.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Виноградов В.И.
МАИ, Москва
artem.fomin@outlook.com

Цель работы заключается в определении принадлежности товара к одному из сезонных паттернов продаж с использованием методов машинного обучения.

Исходными данными были 30 000 описаний товаров, разделенные на этапе разметки на 9 сезонных паттернов. Исходные данные были очищены от посторонних символов, знаков пунктуации и стоп-слов. Стоп - словами называются слова, которые в анализируемом контексте не несут за собой смысловой нагрузки. Например, стоп словами являются союзы, предлоги и прочие служебные части речи. Затем все слова исходного текста были приведены к нормальной форме. Затем исходный текст токенизирован. Для извлечения признаков использовался подход «Bag of words» с мерой TF-IDF. Далее для извлечения наиболее важных признаков была использована логистическая регрессия с L1 - регуляризацией.

После анализа различных подходов к решению данной задачи, в качестве модели классификации был выбран LightGBM. Данная модель демонстрирует хорошую точность предсказаний, быстро обучается и хорошо работает на выделенных нами ранее признаках. Данные были разбиты на обучающую и тестовую выборки в соотношении 90 к 10. Валидация предсказаний модели происходила в два этапа - в момент обучения с использованием кросс - валидирования на пяти фолдах и после обучения на отложенной выборке.

Результатом работы является обученная модель, способная определять сезонность товара только по его описанию. В ходе работы были исследованы различные подходы к решению задачи, а также различные методы извлечения признаков из текстовых описаний.

Применение системы автоматического зависимого наблюдения-вещания АЗН-В для опознавания малых беспилотных летательных аппаратов

Фролов М.В.
УлГТУ, Ульяновск
m.frolov.9721@mail.ru

В современном мире все большую популярность приобретают малые беспилотные летательные аппараты БПЛА. Это обусловлено их относительной недорогой стоимостью, а также многообразием выполняемых функций: от различных любительских фото- и видеосъемок до более серьезного применения (доставка легких грузов, наблюдение). В связи с возрастанием численности БПЛА необходимо принять ряд мер по их интеграции в воздушное пространство, а также решить проблемы, связанные с управлением воздушным движением УВД и опознаванием летательных аппаратов.

Существуют различные системы, применяемые в управлении воздушным движением. Одной из таких является система автоматического зависимого наблюдения-вещания АЗН-В. Она представляет собой спутниковую систему наблюдения за воздушным движением, в которой сочетается устройство с GPS-приемником, определяющим местоположение летательного аппарата и параметры его полёта, а также набор приемо-передатчиков.

Последние транслируют данные о самолёте сети наземных станций, которые уже передают их диспетчерским службам и другим самолётам [1].

Одной из трудностей в применении системы АЗН-В для контроля воздушной обстановки с БПЛА является разработка миниатюрного приемо-передатчика (ответчика). В настоящее время существуют опытные образцы таких ответчиков [1], в том числе и отечественного производства.

До практической реализации системы БПЛА – АЗН-В необходимо провести ряд мероприятий, связанных с моделированием полученной системы. В первом приближении достаточно разработать упрощенную функциональную модель, которую в дальнейшем можно будет реализовать с использованием различных сред [2] и виртуальных лабораторных стендов [3]. В качестве графической среды моделирования подходит Simulink – система, создающая широкие возможности для решения задач моделирования и анализа современных радиотехнических систем.

Список литературы:

1. В России испытали миниатюрный передатчик зависимого наблюдения для дронов [Электронный ресурс]. URL: http://nplus1.ru/news/2019/01/31/ drones/amp (дата обращения 16.01.2020 г).

2. Бужерак Ю.Э., Горбачев И.В., Краус Д.Г. Моделирование радиотехнических систем в среде Simintech/ Сборник материалов 52-й научно-технической конференции – 2018. – часть 2. С. 6-8.

3. Горбачев И.В., Бужерак Ю.Э., Краус Д.Г. Виртуальный лабораторный стенд для имитационного моделирования радиолокационных систем/ Информационно-измерительные и управляющие системы. 2017. №12. Т. 15. – С. 20-23.

Исследование процесса формообразования детали типа «днище» с помощью программного продукта LS-DYNA

Халикова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Демьяненко Е.Г.
Самарский университет, Самара
alsu.khalikova.95@mail.ru

В аэрокосмической промышленности растет потребность в материалах на основе алюминия, так как решение проблемы изготовления крупногабаритных деталей с улучшенными эксплуатационными характеристиками остается чрезвычайно важной задачей.

Основным материалом для изготовления деталей типа «днище» является алюминиевый сплав системы Al-Mg — АМг6. Для оценки влияния на процесс формообразования механических свойств нового материала использовали высокопрочный, термически неупрочняемый алюминиевый сплав 1570, так как он в большей мере удовлетворяет требованиям авиационно-космической промышленности. Однако сплавы, легированные скандием, достаточно дорогие, а моделирование процесса в программном продукте с заданием механических свойств материала дает возможность провести предварительную оценку процесса без дополнительных затрат.

Построение геометрии оснастки и заготовки осуществлялось в CAD системе Unigraphics NX. Для изучения напряженно-деформированного состояния смоделирован процесс вытяжки в конечно-элементном комплексе LS-DYNA. Из-за вероятности проявление сжимающих напряжений детали при формообразовании, необходимо установить отсутствие гофрообразования. Использовалась функция адаптации – при изменении угла между конечными элементами на 10, с целью перестроения сетки. Программный продукт LS-PREPOST использовали в качестве препроцессора и постпроцессора для просмотра результатов, в том числе возможных дефектов детали, утонения материала и т.д.

Моделирование показало, что максимальное утолщение заготовки из сплава АМг6 и 1570 на заключительной стадии процесса наблюдается в области фланца. Распределение интенсивности напряжений и деформаций процесса таково, что напряжения и деформации сосредоточены в области перехода фланца в стенку.

При сравнении двух сплавов было выявлено, что утоняется сильнее заготовка из сплава АМг6, интенсивность напряжений и степень деформации больше у заготовки из сплава АМг6. Гофрообразования на стенке детали не наблюдалось в обоих случаях.

Исследование влияния параметров модели на частоту собственных колебаний пластины

Харламов Е.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Борисов В.Ф.
МАИ, Москва
kharl-evg@mail.ru

Одним из условий обеспечения вибропрочности конструкций электронных средств является отсутствие механических резонансов, которые проверяются по результатам сравнения частоты свободных колебаний и диапазона частот внешних вибрационных воздействий.

Оценка вибропрочности конструкций электронных средств в большинстве случаев производится расчетом частоты свободных колебаний функциональных ячеек как изделий, несущих основную функциональную нагрузку.

Работа посвящена вопросам моделирования функциональных ячеек, исследованию и анализу влияния основных параметров расчетной модели пластины на частоту свободных колебаний ячейки.

Построение расчетных моделей функциональных ячеек производится по результатам анализа функциональной ячейки и способу её установки в корпусе блока. По результатам анализа определяют размеры прямоугольной пластины и условия на её краях.

В работе приведены примеры построения моделей функциональных ячеек, закрепление которых на корпусе блока осуществляется в четырех точках по углам и в определенном количестве точек по контуру ячейки.

Расчет частоты свободных колебаний прямоугольной пластины наиболее часто выполняются по соотношениям, полученным в результате приближенного решения дифференциальных уравнений изгибных колебаний пластины, точным методам решения, а также исходя из энергетических соотношений. Однако, ограничения, оговариваемые условиями применения данных соотношений, не позволяют судить о высокой точности получаемых результатов.

Для оценки точности разработанных моделей, в работе поставлен компьютерный эксперимент, заключающийся в расчете частоты свободных колебаний пластин в среде SolidWorks. Полученное графическое представление формы и параметров колебаний пластин позволило оценить точность разработанных моделей и построить зависимости частоты свободных колебаний от основных параметров модели.

Численное решение начальных задач с контрастными структурами переходом к специальным аргументам продолжения решения

Цапко Е.Д.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Кузнецов Е.Б.
МАИ, Москва
zapkokaty@gmail.com

Сингулярно возмущенные задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений относятся к классу жестких задач, т.е. таких, в которых решение быстро изменяется на одних участках области определения задачи и медленно на других. Участки быстрого изменения решения принято разделять на пограничные и внутренние слои. Последние получили название контрастных структур.

Задачи с контрастными структурами возникают в различных прикладных задачах механики, теории каталитических реакций, химической кинетики и т.д. Так как в большинстве прикладных задач рассматриваемые дифференциальные уравнения являются нелинейными, найти их точное аналитическое решение не представляется возможным. Следовательно, для их решения необходимо использовать приближенные методы. К ним относятся численные и асимптотические методы. Известно, что традиционные явные численные методы не эффективны при решении жестких задач, поэтому часто используются методы, в основе которых лежат неявные схемы. Однако они требуют решения систем нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, что усложняет вычислительный процесс. Также для решения жестких задач широко используются асимптотические методы, но их применение требует проведения сложных аналитических выкладок. Таким образом, на сегодняшний день нет достаточно универсальных, эффективных и экономичных методов решения задач с контрастными структурами.

Одним из методов, позволяющих повысить эффективность численного решения жестких задач, является метод продолжения решения по наилучшему аргументу [1]. Он основан на замене исходного аргумента задачи на новый, отсчитываемый по касательной вдоль интегральной кривой рассматриваемой задачи. Отметим, что при экспоненциальной скорости изменения интегральных кривых наилучший аргумент не приводит к значительным результатам. В связи с этим в данной работе предлагается модифицировать метод продолжения решения по наилучшему аргументу, чтобы устранить описанный выше недостаток.

Метод опробован на экспоненциальном тесте из работы [2]. Он представляет собой начальную задачу, интегральные кривые которой имеют экспоненциальную скорость роста. Поскольку задача имеет известное точное аналитическое решение, дается оценка точности и эффективности модифицированного наилучшего аргумента.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 18-19-00474).

Список литературы:

1. Шалашилин В. И., Кузнецов Е. Б. Метод продолжения решения по параметру и наилучшая параметризация в прикладной математике и механике. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 224 с.

2. Белов А. А., Калиткин Н. Н. Особенности расчета контрастных структур в задачах Коши // Матем. моделирование. – 2016. – Т. 28. – № 10. – С. 97-109.

О вейвлет-нейронных сетях с функциями активации, полученными по схеме подъема ленивых вейвлетов

Чащин Д.А., Денискина Г.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Битюков Ю.И.
МАИ, Москва
DimaChashchin@yandex.ru

В последнее время научные исследования в различных дисциплинах все чаще связаны с применением вейвлет-анализа. Успешное применение вейвлетов в таких направлениях как обработка сигналов, сжатие информации, численные методы и др. связано с целым рядом их замечательных уникальных свойств. Во-первых, это большая скорость убывания вейвлет-коэффициентов, что позволяет при небольшом количестве слагаемых в разложении получать достаточно точные приближения функции. Во-вторых, это наличие быстрых каскадных алгоритмов нахождения коэффициентов разложения функции по вейвлетам. В-третьих, это компактный носитель у большинства часто применяемых вейвлетов, например, сплайн-вейвлетов, вейвлетов Добеши и др.

В настоящей работе проанализирована схема подъема, с помощью которой можно получать биортогональные вейвлеты с заданными свойствами, такими как гладкость, симметричность, компактность носителя [1]. Известно, что достижение желаемых свойств

вейвлетов напрямую зависит от стационарных схем подразделения [2]. При этом задавая маску, приводящую к нужным свойствам предельной функции, и начальную числовую последовательность можно с помощью преобразования свертки получить масштабирующие функции с заданными свойствами. Таким способом получены, например, масштабирующие функции Deslauriers-Dubuc, которые определены на прямой, являются симметричными и гладкими, а также имеют компактный носитель [1]. Схема подъема может быть применена к построению биортогональных вейвлетов на сфере и последующему их использованию для сжатия климатических данных [3].

Анализ вейвлет-нейронных сетей показал, что все они содержат один скрытый слой, причем функции активации нейронов состоят из функций, принадлежащих ортогональному семейству вейвлетов [4]. Нейроны с такими активационными функциями называются вейвлонами.

В работе представлены результаты исследования, целью которого является анализ вейвлет-нейронных сетей с функциями активации в виде вейвлетов, полученных по схеме подъема ленивых вейвлетов, описанной в статье [1]. Масштабирующие функции получены через схему подразделения, в которой маска выбирается исходя из требуемых свойств будущих вейвлетов, а значения всех членов начальной последовательности (кроме одного равного единице) равны нулю [2]. При этом вейвлеты являются линейными комбинациями масштабирующих функций, количество которых выбирается исходя из условия достижения требуемых свойств. Таким образом, с помощью выбора различных масок схем подразделений можно получать различные активационные функции нейронной сети.

В работе также проанализировано применение вейвлет-нейронных сетей к задачам аппроксимации функций и задачам классификации.

Список литературы:

1. The Lifting Scheme: A Custom-design Construction of Biorthogonal Wavelets // Applied and Computational Harmonic Analysis, Volume3, Issue 2, 1996, pp. 186–200.

2. Cavaretta A.S., Dahmen W. and Micchelli C.A. Stationary Subdivision Schemes // Mem. Amer. Math. Soc. 93, pp. 1–186.

3. Schroder P., Sweldens W. Spherical Wavelets: Efficiently Representing Functions on the Sphere, in: Proceedings of the 22nd Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, 1995, pp. 161–172.

4. Veitch D. Wavelet Neural Networks and their Application in the Study of Dynamical System // Department of Mathematics University of York, 2005.

Определение оптимального объема данных для расчёта прогноза координат полюса Земли в численно-аналитических моделях ПВЗ

Шабунина А.А.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Филиппова А.С.
МАИ, Москва
anyutashabunia@gmail.com

В современном мире вопросы точности и оптимального использования ресурсов являются одними из основных при решении широкого круга задач, в том числе математических, технических, инженерных и научных. Одной из таких задач является уточнение координатно-временного и навигационного обеспечения космических аппаратов, в том числе переход из инерциальной системы координат в неинерциальную и обратно. Одними из важнейших параметров при таком преобразовании являются координаты полюса Земли. Полюс Земли совершает квазистационарные колебания, и из-за большого числа влияющих на него факторов является сложным в изучении. Поэтому актуальной задачей является исследование колебаний полюса Земли и создание новых уточнённых моделей для прогнозирования движения полюса, а также разработка алгоритмов построения прогноза координат полюса с оптимизацией необходимых для расчёта ресурсов.

Данная работа основана на небесно-механической постановке задачи «деформируемая Земля – Луна в поле притяжения Солнца», исследованной Марковым Ю.Г. [1, 2] с применением численных методов и математической статистики. В рамках этой задачи модель движения полюса Земли представляется малопараметрической в виде суммы гармоник с некоторыми неизвестными параметрами (в том числе частотами и амплитудами), которые определяются из наблюдений Международной службы вращения Земли [3]. Для более точного вычисления этих параметров с целью получения прогноза на конкретные даты требуется выбор оптимального интервала из данных наблюдений, по которым будет проведена аппроксимация. Этому и посвящена данная работа.

Для данного исследования были использованы модели, полученных Марковым Ю.Г. и др. [1, 2, 4]. Например, основная двухпараметрическая модель колебаний полюса Земли с постоянными частотами, равными годичной и чандлеровской, и неизвестными амплитудами. Верификация прогноза проводилась сравнением с данными наблюдений и измерений МСВЗ. Согласно построенному алгоритму, были определены оптимальные интервалы аппроксимации для получения наилучшего прогноза на различные промежутки времени: для краткосрочного прогноза от 1 до 7 суток, для среднесрочного прогноза на месяц, три месяца и полгода, а также для долгосрочного прогноза на год, 2 года и 5 лет. Например, для получения краткосрочного прогноза на 7 суток среднее значение интервала аппроксимации составляет 62 дня.

Список литературы:

1. Акуленко Л.Д., Климов Д.М., Марков Ю.Г., Перепёлкин В.В., Филиппова А.С. Численно-аналитическое моделирование возмущённых колебательных движений полюса Земли // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 2014. № 6. С. 105-119.

2. Марков Ю.Г., Перепёлкин В.В., Филиппова А.С. Анализ возмущённых Чандлеровских колебаний полюса Земли // Доклады Академии наук. 2017. Т. 474. № 5. С. 563-567.

3. International Earth Rotation and Reference Systems Service - IERS Annual Reports (http://www. iers.org)

4. Перепелкин В.В., Рыхлова Л.В., Филиппова А.С. Долгопериодические вариации в колебательном процессе земного полюса, вызванные лунным возмущением // Астрономический журнал. 2019. Т. 96. № 3. С. 255-264.

Нелинейная динамика упругих тросовых систем

Шавня Р.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Данилин А.Н.
ИПРИМ РАН, Москва
shavnya.ruslan@yandex.ru

Галопирование обледенелых проводов линий электропередач – низкочастотные высокоамплитудные автоколебания, возникающие из-за действия воздушного потока на провод, имеющего вследствие ледяных отложений аэродинамические характеристики профиля, приводящие к аэроупругой неустойчивости. Такие колебания могут привести к обрыву линии, повреждению её компонентов или обрушению опор ЛЭП. Для изучения влияния механизма галопирования на провод и прогнозирования его поведения предлагается следующий подход. Рассматривается провод в пролете воздушной линии электропередачи, его относительное удлинение записывается с учетом влияния температуры. Локальные перемещения и угол закручивания сечения записываются в обобщенных координатах с применением метода Ритца в пределах произвольного конечного элемента. Учитывается обледенение провода (система координат сечения льда жестко связана с сечением провода, координаты центра жесткости и центра масс всего сечения связаны матрицей поворота). Уравнения движения провода записываются с использованием принципа Д'Аламбера-Лагранжа: определяются вариации потенциальной энергии, работы внешних и инерционных сил, следом – коэффициенты при вариациях обобщенных координат. Считается, что сечение, принадлежащее в начальный момент одной плоскости, при движении остается в этой же

плоскости, также пренебрегается инерцией вращения сечения относительно вертикальной и боковой осей. Динамические уравнения сводятся далее к форме Коши и интегрируются численно в зависимости от жесткости системы (методы Рунге-Кутты, Адамса и пр.). Начальные условия для интегрирования динамической задачи получаются из статической задачи, представляющей собой систему нелинейных уравнений, которую можно решать различными итерационными методами или же методом продолжения по параметру.

Разработка метода планирования съемки группировкой космических аппаратов радиолокационного наблюдения

Шихин С.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Занин К.А.
АО "НПО Лавочкина", Химки
wooling@rambler.ru

Рассмотрим космическую систему (КС) – сложную целенаправленную автоматизированную систему (АС), состоящую из группировки космических аппаратов (КА), а также из наземной системы управления. Основная функция такой системы заключается в съемке расположенных на поверхности Земли объектов наблюдения (ОН) и передаче соответствующих данных на пункты приема информации (ППИ). Число значимых объектов разных типов, число их свойств, связей, параметров, которые должны быть представлены в модели проблемной области, очень велико. В современных АС имеет место широкое и все возрастающее применение программно-технических средств (ПТС). Причем, современные ПТС продолжают быстро развиваться.

Различие в орбитальном построении существующих КС РЛН обусловлены особенностями решаемых задач.

Космическая система оптико-электронного наблюдения представляет собой совокупность согласованно действующих средств: космических аппаратов, ракетно-космического комплекса, наземного комплекса управления и наземного информационного комплекса. Система космических аппаратов характеризуется составом и орбитальным построением.

Совокупность оптических, электронных и радиотехнических устройств, предназначенных для передачи изображения наблюдаемого объекта с борта КА в наземный информационный комплекс (НИК), называется информационным трактом.

Тем не менее, ПТС пока несовершенны, и это влечет ошибки проблемной области АС. Цена таких ошибок может оказаться очень большой. Задачи обеспечения надежной верификации и отказоустойчивости ПТС остаются нерешенными. Модификация ПТС затруднена. В практике применения современных инструментальных программных средств (ПС) возникают затруднения и, поэтому, приходится утверждать о неполном соответствии возможностей средств задачам АС. Множество значимых составляющих проблемной области АС, множество их значимых свойств и связей, параметров охватывается не полностью. Для АС необходимы средства автоматизации принципиально нового уровня. Эти средства должны обеспечивать требуемую полноту (избыточность, на случай нештатных ситуаций) охвата проблемной области с помощью математических моделей, ориентированных на проблематику АС при учете возможностей и особенностей, реализующих их ПТС. Средства автоматизации, соответствующие математические модели должны иметь единообразное представление. Их применение должно обеспечить модифицирование, развитие проблемной области АС.

О бифуркациях в квантовых интегрируемых моделях

Щеглова Е.О., Аверина К.А.
Научный руководитель — Кулагин Н.Е.
МАИ, Москва
sheglushaa3399@gmail.com

В работе [1] были построены семейства классических динамических систем, описывающих динамику материальной частицы на сфере, имеющих дополнительный интеграл движения, квадратичный по импульсам. Там же было показано, что в квантовом аналоге таких систем имеется оператор, коммутирующий с гамильтонианом. Таким образом, и в квантовом механическом случае такие системы являются интегрируемыми. Отметим, что одновременная интегрируемость классической и квантовой системы не всегда возможна [2]. А в рассматриваемом случае квадратичного по импульсам дополнительного интеграла уравнение Гамильтона – Якоби допускает разделение переменных, что приводит к возможности разделения переменных в уравнении Шредингера. Отметим, что переменные разделяются в эллиптических координатах на сфере.

В работе [1] при исследовании классического случая была выявлена бифуркация, связанная с перестройкой сепаратрисного контура. Целью настоящей работы и является выявление аналога этой бифуркации в квантовом случае.

Основной результат работы состоит в том, что в ней показано, что бифуркации перестройки сепаратрисного контура в классической задаче отвечают многочисленные бифуркации, связанные с перестройкой уровней энергии в квантовой задаче. То есть некоторые пары стационарных распределений сначала сравниваются по энергии (точка бифуркации), а затем меняются местами по энергии. Причем эти бифуркации происходят очень близко от точки бифуркации классической задачи.

Следует отметить, что помимо теоретического интереса рассматриваемая задача имеет и практическое значение. Так, задача в классической постановке описывает стационарные распределения вектора магнитного момента в ферромагнетике (уравнение Ландау – Лифшица [3]), а в квантовом случае описывает квантовый ротатор или сигма – модель в теории магнетизма.

Список литературы:

1. Елеонский В.М., Кулагин Н.Е. О новых случаях интегрируемости уравнений Ландау-Лифшица. ЖЭТФ, 1983, 84, №2, с. 616-628
2. Иноземцев В.И. Новая интегрируемая классическая система с двумя степенями свободы. – Дубна, 1983, 14 с. (Препринт/ОНЯИ Р4-83-22).
3. Ландау. Л.Д., Лифшиц Е.М. К теории дисперсии магнитной проницаемости ферромагнитных тел. Phys.Zs.Sowjet.,1935,8, С. 153-169.

Секция №7.3 Теоретическая механика и дифференциальные уравнения

Зона залипания стержневой системы на горизонтальной шероховатой плоскости

Шагиахметов А.Р.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Байков А.Е.
МАИ, Москва
slakis210195@gmail.com

Рассматривается стержневая система, состоящая из двух однородных стержней AB и BC одной длины; масса стержней равны и сосредоточены на их концах B и C. Система находится на горизонтальной плоскости и контактирует с ней в трёх точках: неподвижной точке A и подвижных точках A и B. В точках контакта A и B на стрежни действует силы сухого трения, удовлетворяющие закону Кулона. Стержни соединены шарниром между собой, стержень AB соединён шарниром с неподвижной точкой A. На конец C стержня BC действует следящая сила, постоянная по модуля, составляющая всё время движения постоянный угол с BC.

Получены главный момент (относительно полюса A) силы трения скольжения, приложенной к точке B, а также главный вектор и главный момент (относительно полюса B) силы трения скольжения, приложенной к точке C. Составлены уравнения движения стержневой системы, относящиеся к той области фазового пространства, где скорость точки B отлична от нуля. Уравнения движения преобразованы к безразмерному виду. Введены три безразмерных параметра: первый есть коэффициент сухого трения, два других связаны со следящей силой. Поскольку правые части уравнений движения имеют разрывы в фазовом пространстве, определяется понятие решения по А.Ф. Филиппову и обсуждается существование и единственность в будущем решения задачи Коши.

Исследуется два частных режима движения системы. В первом режиме стержень AB покоится, в точке B действует сила трения покоя, а стержень BC движется (движения первого рода). Второй режим движения есть зона залипания стержневой системы: оба стержня покоятся, к точкам B и C приложены силы трения покоя. Для разрешения статической неопределённости в зоне залипания была сделано предположение, что сила трения покоя, действующая в точке B, всегда направлена перпендикулярно стержню AB. Это предположение обосновано в работе; установлено, что континуум положений равновесия, образующий зону залипания, и движения первого рода есть решения по А.Ф. Филиппову уравнений движения стержневой системы. Выявлены начальные условия движений первого рода, достигающие за конечное время зону залипания.

В конфигурационном пространстве, представляющей собой двумерный тор, построена зона залипания стержневой системы для каждых характерных и бифуркационных значений трёх безразмерных параметров движения. В параметрическом пространстве получено бифуркационное множество. В каждой компоненте связности дополнения бифуркационного множества топологический тип зоны залипания сохраняется. Для каждого топологического типа зоны залипания получены режимы движения, достигающие за конечное время зону залипания и режимы, никогда не достигающие зоны залипания, но, возможно, включающие движения первого рода.

Исследование устойчивости коллинеарной точки либрации L1 в плоской ограниченной фотогравитационной задаче трех тел при наличии резонансов

Авдюшкин А.Н.
Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Бардин Б.С.
МАИ, Москва
79261615884@ya.ru

Рассматривается движение частицы под действием двух притягивающих центров – тел, взаимодействующих по закону всемирного тяготения и движущихся по известным эллиптическим орбитам. Масса частицы считается настолько малой, что она не оказывает влияние на движение двух других тел. Предполагается, что притягивающие центры обладают световым излучением, тогда совместно с силами гравитационного притяжения на частицу будут действовать репульсивные силы светового давления. В такой постановке данную задачу называют ограниченной фотогравитационной задачей трех тел. В этой задаче существует частное решение – коллинеарная точка либрации L1, когда частица все время движения располагается между притягивающими центрами на одной с ними прямой.

Устойчивость данной коллинеарной точки либрации исследовалась ранее в различных постановках. В частности, был выполнен анализ устойчивости в плоской ограниченной круговой фотогравитационной задаче трех тел [1]. В эллиптической задаче исследование устойчивости выполнялось в первом приближении [2,3,4]. Также была полностью исследована фотогравитационная задача Ситникова [5], когда частица движется по прямой, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости вращения притягивающих центров.

В данной работе выполнен нелинейный анализ устойчивости коллинеарной точки либрации. Предполагается, что притягивающие центры имеют равные массы и одинаковую интенсивность излучения, а их орбиты являются слабоэллиптическими, т.е. эксцентриситет орбит много меньше единицы. Для данных условий исследование устойчивости ранее было выполнено в нерезонансном случае [6], в котором была показана формальная устойчивость. Неустойчивость может возникнуть только при наличии резонанса четвёртого порядка или на границах области устойчивости, на которых возникают резонансные случаи, когда частоты равны и когда одна из частот равна 0. Уравнения движения записаны в гамильтоновой форме. Для всех указанных резонансных случаев была выполнена нормализация гамильтониана до членов четвертой степени включительно. Выводы об устойчивости были получены на основании анализа коэффициентов нормализованного гамильтониан.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 20-01-00637.

Список литературы:

1. Куницын А.Л., Турешбаев А.Т. «О коллинеарных точках либрации фотогравитационной задачи трех тел» // Письма в Астрон. журнал, 1983, Т.9, №7, С. 432-435.

2. Тхай В.Н., Зимовщиков А.С. «О возможности существования облачных скоплений микрочастиц в точках либрации двойной звезды» // Астрон. журнал, 2009, Т.86, №6, С. 598-606.

3. Зимовщиков А.С., Тхай В.Н. «Диаграммы устойчивости для гетерогенного ансамбля частиц в коллинеарных точках либрации фотогравитационной задачи трех тел» // ПММ, 2010, Т.74, Вып. 2, С.221-229.

4. Бардин Б.С., Авдюшкин А.Н. «Исследование устойчивости коллинеарной точки либрации в одном частном случае ограниченной фотогравитационной задачи трех тел» // LIV Всероссийская конференция по проблемам динамики, физики частиц, физики плазмы и оптоэлектроники: Тезисы докладов. М: РУДН, 2018, С. 151-155.

5. B.S. Bardin, A.N. Avdushkin Stability analysis of an equilibrium position in the photogravitational Sitnikov problem // AIP Conference Proceedings 1959, 040002 (2018); doi: 10.1063/1.5034605.

6. Авдюшкин А.Н., Бардин Б.С. «Исследование устойчивости коллинеарной точки либрации L1 в плоской эллиптической ограниченной фотогравитационной задаче трех тел в случае равных масс притягивающих центров» // 18-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2019», 18-22 ноября 2019 года. Москва. Тезисы. – Типография «Логотип», 2019, С. 178.

Построение периодических движений спутника, рождающихся из его конической прецессии, в случае внешнего резонанса

Антипов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Бардин Б.С.
МАИ, Москва
antipant@mail.ru

Рассматривается движение динамически симметричного твердого тела, спутника, в центральном ньютоновском гравитационном поле сил. Подразумевается, что центр масс спутника движется по некоторой заданной кеплеровской орбите. Если орбита центра масс круговая, то существуют частные стационарные движения спутника, представляющие собой регулярные прецессии. Возможны три типа регулярных прецессий: коническая, цилиндрическая и гиперболоидальная [1]. В работе рассматривается коническая прецессия. В случае конической прецессии ось динамической симметрии спутника во все время движения твердого тела перпендикулярна скорости его центра масс и составляет фиксированный угол с нормалью к плоскости орбиты, при этом сам спутник равномерно вращается вокруг своей оси динамической симметрии. На эллиптической орбите коническая прецессия невозможна, но представляет интерес задача о периодических движениях спутника, близких к его конической прецессии [2]. В случае внешнего резонанса, когда частота собственных колебаний в окрестности конической прецессии кратна частоте возмущения, вызванного эллиптичностью орбиты, для построения указанных периодических движений применялись методы, разработанные в [3,4,5]. В настоящей работе на основе этих методов, выполняется аналитическое построение указанных периодических движений и исследуется вопрос об их бифуркации. Исследуется вопрос о построении периодических движений при наличии резонанса третьего порядка. Построена поверхность ветвления, которая делит пространство на две области, на одной из которых существует три периодических решения, а на другой три. Все указанные периодические движения были получены аналитически в виде рядов по дробным степеням эксцентриситета.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 20-01-00637.

Список литературы:

1. Белецкий В.В. Движение спутника относительно центра масс в гравитационном поле. – М.: МГУ, 1975. 308 с.
2. Чеховская Т.Н. Резонансные периодические движения осесимметричного спутника на эллиптической орбите – Космические исследования, 1986, Т. 24, № 1, С. 15 – 23.
3. Бардин Б.С. О ветвлении периодических решений системы, близкой к системе Ляпунова. – ПММ, 1999, Т. 63, № 4, 538—547.
4. Бардин Б.С. Периодические решения систем близких к системам Ляпунова – М: Изд-во МАИ, 2005, 60 с.
5. Bardin B.S. Periodic solutions of nearly Lyapunov system in the external resonance case. – Reports on Mathematical Physics, 2000, Vol. 46 No. 1/2, 27-34.

Анализ влияния силы солнечного давления на Лагранжевы точки либрации системы Земля–Луна

Антипов И.А.
Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Родников А.В.
МАИ, Москва
ivanantip98@mail.ru

Содержанием данной работы является изучение влияния силы солнечного давления на Лагранжевы точки либрации системы Земля-Луна. Теоретически существуют протяженные облака частиц малой концентрации вокруг точек Лагранжа L4 и L5 системы Земля–Луна. Хотя

первые упоминания о возможном накоплении зодиакальной пыли вблизи точки Лагранжа системы Солнце-Земля принадлежат Моултону (1900), астроном Кордылевский (1961) был первым, кто сфотографировал два слабых пятна вблизи точки L5. Между тем, Roosen (1966, 1968) не нашел никаких доказательств существования вблизи точек L4 и L5, также, как и Wolff, Dunkelman & Hanghney (1967), хотя они фотографировали при астрономически благоприятных обстоятельствах с самолёта. Однако, в 1966 году наблюдатели описали очень слабые туманности вблизи точек L4. В 2018 году Judit Slíz-Balogh, András Barta, Gábor Horváth с помощью поляризационно-чувствительного телескопа всё же зарегистрировали так называемые облака Кордылевского. Однако, при анализе движения частицы в окрестности лагранжевой точки либрации с учетом солнечного давления оказывается, что точка в пространстве динамических параметров рассматриваемой системы, соответствующая системе Земля-Луна практически соответствует резонансу между частотой орбитального движения и частотой проекций силы солнечного давления, действующей на частицу, на оси, неподвижные в рассматриваемой системе, что указывает на невозможность существования облаков Кордылевского, по крайней мере в непосредственной окрестности L4 или L5. Анализ проводился с помощью линеаризованной в окрестности лагранжевой точки либрации системы уравнений движения, решения которых в случае резонанса неминуемо имеют секулярные слагаемые. Данная работа проводилась с использованием программного пакета Maple.

Список литературы:

1. Маркеев А.П. «Точки либрации в небесной механике и космодинамике», Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит. 1978

2. Белецкий В.В. «Обобщенная ограниченная круговая задача трех тел как модель динамики двойных астероидов», 2007

3. Judit Slíz-Balogh, András Barta, Gábor Horváth «Celestial mechanics and polarization optics of the Kordylewski dust cloud in the Earth–Moon Lagrange point L5 – Part II. Imaging polarimetric observation: new evidence for the existence of Kordylewski dust cloud», 2018

Исследование устойчивости центральных конфигураций в ограниченной задаче четырех тел

Волков Е.В.
Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Бардин Б.С.
МАИ, Москва
evvolkov94@mail.ru

Рассматривается плоская ограниченная задача четырех тел. Предполагается, что три тела, имеющие конечные массы и взаимодействующие по закону всемирного тяготения, движутся в одной плоскости. Четвертое тело имеет пренебрежимо малую массу и не оказывает влияние на движение трех других тел. Известны частные случаи движения трех тел, когда они сохраняют постоянную конфигурацию. Одним из таких случаев движения являются треугольные точки либрации, когда три тела образуют равносторонний треугольник. В рассматриваемой нами задаче предполагаем, что три тела конечных масс находятся в треугольных точках либрации, расстояние между ними неизменно, а два из трех тел имеют одинаковую массу. Рассматривается движение четвертого тела в гравитационном поле трех других тел. Предполагается, что начальные условия выбраны так, что все четыре тела движутся в одной плоскости. В такой постановке задачи возможен частный случай движения, когда все четыре тела образуют неизменную конфигурацию, так называемую центральную конфигурацию. В этой конфигурации тело малой массы расположено на серединном перпендикуляре к отрезку, соединяющему тела с равными массами.

В данной работе в линейном приближении исследуется задача об устойчивости указанной центральной конфигурации. В рассматриваемой задаче имеется только один параметр, представляющий собой отношение масс тел. Уравнения движения линеаризованы в окрестности центральной конфигурации, и выполнено исследование корней соответствующего им характеристического уравнения. Установлено, что существует

интервал значений параметра задачи, для которого корни характеристического уравнения являются чисто мнимыми. Последнее означает, что для значений параметра из указанного интервала исследуемая центральная конфигурация устойчива в линейном приближении. Аналогичный результат был получен ранее другим способом в работе [1]. Полученные выводы также хорошо согласуются и уточняют результаты работы [2].

Список литературы:

1. V. A. Brumberg, Permanent configurations in the problem of four bodies and their stability. Soviet Astronomy 1, 1957. С. 57–79.

2. B.S. Bardin, P.A. Esipov, Investigation of Lyapunov stability of a central configuration in the restricted four-body problem. AIP Conference Proceedings, 2018.

Изучение влияния управляемых вибраций на конвективное течение в горизонтальном слое

Гневушев А.А.
Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Пунтус А.А.
МАИ, Москва
gnevushev-98@mail.ru

В данной работе проводится изучение влияния управляемых вибраций на конвективное течение в горизонтальном слое при осуществлении бокового подогрева. При этом управляющим параметром самоорганизации течения служит градиент температуры. В следствии подогрева из-за возникающей неоднородности плотности в рассматриваемом первоначально однородном слое жидкости начинается диффузия. Систематическое исследование проблемы течения в горизонтальном слое и устойчивости в течении было начато известными опытами Бенара, который наблюдал возникновение ячеистой конвекции в подогреваемом снизу слое конвективного течения. Кроме того, спустя некоторое время Рэлей при исследовании аналогичной проблемы решил задачу об устойчивости равновесия слоя данного течения при наличии свободных границ, что послужило началом развития проблемы конвективной устойчивости. В настоящее время данная проблема для горизонтального слоя жидкости остаётся важным объектом изучения конвективной устойчивости. В данной работе при исследовании некоторого критического значения градиента исследуемого конвективного течения диффузия его не успевает привести данное течение к однородному распределению температуры по объёму. При этом возникают цилиндрические валы, вращающиеся навстречу друг другу. Дальнейшим исследованием рассматриваемой проблемы является факт увеличения градиента температуры, возникающего в результате критического перехода. В следствие ускорения диффузии происходит распределение данного течения. При этом возникает турбулентный хаос, что можно отчетливо видеть на бифуркационной диаграмме или дереве Фейгенбаума. В широком диапазоне характерных параметров предполагается проведение численных исследований с помощью гидродинамической программы ANSYS FLUENT влияния управляемых вибраций на конвективное течение в горизонтальном слое при активном боковом подогреве.

Влияние вибраций при обтекании пластины с ламинарным течением

Захаров А.С.
Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Пунтус А.А.
МАИ, Москва
ZakharovArtemm@yandex.ru

В данной работе изучается влияние разных чисел Рейнольдса при обтекании пластины с ламинарным течением. Данная задача остается актуальной, хотя первые практические результаты с использованием теоремы о вычетах в задаче об обтекании пластины были получены немецким ученым П. Блазиусом, последователем выдающегося немецкого ученого

А. Прандтля, основателя школы прикладной гидродинамики и одного из основателей аэродинамики. Целью данной работы является численное моделирование в системе ANSYS Fluent и исследование случаев с вибрациями и без вибраций, а также с нагреванием и без нагревания. Кроме того, в работе проводятся сравнения с полученными результатами П. Блазиуса. На первых этапах работы, в данной работе были получены данные исследований для различных скоростей от 0.1 м/с до 10 м/с без вибраций и нагреваний. В дальнейшем планируется проведение данных исследований с вибрациями и нагреванием. Для более детального анализа пограничного слоя на поверхности, предполагается использовать заданные линии на плоскости для более детального анализа, и при проведений решений стандартных схем. Кроме того, в качестве материала предполагается, предложенный системой, воздух, без каких-либо изменений. В процессе реализации идеи планируется уделить достаточно времени на моделирование удовлетворительной сетки, а также добавление вибраций и нагревания пластины. Уже сейчас можно заметить, как толщина ламинарного течения пограничного слоя постепенно возрастает по мере удаления от начала пластины. Также, заметно, что течение вдоль пластины остается ламинарным до тех пор, пока не возникает турбулентность при высоких числах Рейнольдса.

Список литературы:

1. Г. Шлихтинг. Теория пограничного слоя. Перевод Г.А. Вольперта. Издательство «Наука». Москва. 1974
2. ANSYS Fluent Tutorial Guide. Release 18.0. January 2017

Об учете влияния давления солнечного света при анализе устойчивости стационарных орбит прецессирующего астероида

Логинов В.О.
Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Родников А.В.
МАИ, Москва
rume09@mail.ru

Малые тела Солнечной системы характеризуются весьма причудливыми формами и, как следствие, весьма сложным вращением вокруг центра масс, что является причиной отсутствия у них стационарных орбит в традиционном смысле. Однако, стационарными орбитами могут быть названы точки либрации, то есть положения равновесия в некоторых связанных с центром масс астероида вращающихся системах отсчета. Очевидно, что если космический корабль, помещённый в такое положение равновесия, снабжен солнечным парусом, то сила давления солнечного света может оказать влияние на характер устойчивости этого равновесия.

В настоящей работе возможность учета силы солнечного давления изучается в рамках Обобщенной ограниченной круговой задачи трех тел В.В. Белецкого [1], когда гравитационный потенциал прецессирующего астероида представляется суммой потенциалов двух материальных точек. Приводятся известные на данный момент данные о существовании и устойчивости точек либрации такого астероида. Уравнения движения линеаризуются в окрестности одной из треугольных точек либрации, при этом указывается, что силу солнечного давления можно учесть, как малое возмущение, порождающее неоднородность линеаризованных уравнений. Отмечается возможность существования резонансов между собственными частотами системы и частотой возмущения, что может являться причиной разрушения или изменения характера устойчивости точки либрации.

1. В.В. Белецкий. Обобщенная ограниченная круговая задача трех тел как модель динамики двойных астероидов //Космические исследования. 2007, т. 45, № 5, С. 435-442

Об одной обратной задаче механики Остроградского систем с бесконечным числом степеней свободы

Лыу Тхи Хуен
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Будочкина С.А.
РУДН, Москва
luuthihuyen250393@gmail.com

В современной литературе механику, в которой рассматривается функция Лагранжа, зависящая от высших производных, называют механикой Остроградского. Отметим, что в этом случае уравнения движения являются дифференциальными уравнениями с производными высших порядков. Развитие механики с высшими производными получено, в частности, в работе [1]. В этой работе метод Остроградского применен для решения обратных задач механики и распространен на решение задач механики систем с бесконечным числом степеней свободы.

Однако некоторые вопросы механики Остроградского остались нерешенными. Например, задача представления операторного уравнения с производной порядка n по времени в форме уравнения Лагранжа-Остроградского ранее не исследовалась. Решение этой обратной задачи позволяет расширить область применения метода Остроградского.

Настоящая работа продолжает работы [2-5], связанные с развитием математических методов механики систем с бесконечным числом степеней свободы.

Основная цель работы - распространить метод Остроградского на системы с бесконечным числом степеней свободы: исследовать, в частности, вопрос о прямой представимости операторного уравнения с производной порядка n по времени в форме уравнения Лагранжа-Остроградского и построить соответствующий функционал действия.

В работе получены необходимые и достаточные условия, при выполнении которых операторное уравнение с производной порядка n по времени допускает представление в форме уравнения Лагранжа-Остроградского. Построен функционал - действие по Гамильтону-Остроградскому.

Методы. В данной работе используются методы аналитической динамики, современные методы решения обратных задач вариационного исчисления и нелинейного функционального анализа.

Список литературы:

1. Савчин В.М. Метод Остроградского и обратные задачи механики. Канд. дисс., УДН им. П. Лумумбы, 1984.
2. Савчин В.М. Математические методы механики бесконечномерных непотенциальных систем. — М.: Университет дружбы народов, 1991.
3. Савчин В.М., Будочкина С.А. О структуре вариационного уравнения эволюционного типа со второй производной по t // Дифференциальные уравнения. 2003. Т. 39, №1. С. 118-124.
4. Савчин В.М., Будочкина С.А. О существовании вариационного принципа для операторного уравнения со второй производной по "времени" // Математические заметки, 2006, т. 80, вып. 1, стр. 87-94.
5. Budochkina S.A., Savchin V.M. On direct variational formulations for second order evolutionary equations // Eurasian Mathematical Journal, Vol.3, Number 4 (2012), 23-34.

Моделирование движения твердого тела с подвижной внутренней массой по наклонной плоскости

Макаров К.Д.
Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Бардин Б.С.
МАДИ, Москва
xjhf87@gmail.com

Рассматривается движение твердого тела, несущего подвижную материальную точку. Предполагается, что тело находится на наклонной плоскости, а точка движется относительно него в вертикальной плоскости по окружности, центр которой совпадает с центром масс тела, причем угловая скорость кругового движения постоянна. Сила трения между телом и наклонной плоскостью описывается моделью сухого кулонова трения.

Ранее задача о движении указанной механической системы рассматривалась в [1-4], где было выполнено полное качественное исследование всех возможных режимов движения по горизонтальной плоскости в предположении, что на тело действует как сила сухого кулонова трения [1-3], так и сила вязкого трения [4].

Введены безразмерные переменные и параметры задачи. Записаны уравнения движения тела в безразмерных переменных. Найдены условия движения тела без отрыва от наклонной плоскости и получено уравнение поступательного прямолинейного движения тела по наклонной плоскости. На основе численного моделирования найдены качественно различные режимы движения тела и указаны значения параметров задачи, отвечающие этим режимам. Разработано программное обеспечение, позволяющее для произвольных значений параметров задачи численно моделировать движение тела без отрыва от наклонной плоскости. Данное программное обеспечение также позволяет получать визуализацию движения.

Список литературы:

1. Bardin B.S., Panev A.S. On dynamics of a rigid body moving on a horizontal plane by means of motion of an internal particle – Vibroengineering PROCEDIA, 2016, Vol. 8. pp 135 – 141.
2. Бардин Б.С., Панёв А.С. О периодических движениях тела с подвижной внутренней массой по горизонтальной поверхности. – Труды МАИ, 2015, Выпуск № 84.
3. Bardin B.S., Panev A. S., On the Motion of a Body with a Moving Internal Mass on a Rough Horizontal Plane, Rus. J. Nonlin. Dyn., 2018, Vol. 14, no. 4, pp. 519-542.
4. Бардин Б.С., Панёв А.С. О поступательном прямолинейном движении твердого тела, несущего подвижную внутреннюю массу, Современная математика. Фундаментальные направления. 2019, Т. 65, № 4, С. 557–592.

Электромеханическое состояние цилиндрических оболочек на основе уточненной теории

Нгуен Хунг Ле
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Фирсанов В.В.
МАИ, Москва
lehung.mai@mail.ru

В настоящее время пьезоматериалы широко применяются в различных отраслях техники из-за их умного свойства. Использование пьезоматерилов в космонавтике и авиации не только помагает повышению качества аэродинамики, но и более эффективному управлению деформациями летательных аппаратов (ЛА).

Расчеты напряженно-деформированного состояния (НДС) тонкостенных элементов ЛА базируются на результатах классической теории тонких пластин и оболочек типа Кирхгофа-Лява, Тимошенко-Рейсснера. Эти методы имеют недостатки, связанные с пренебрежением поперечных деформаций и напряжений. В данной работе предлагается вариант уточненной теории расчета электромеханического состояния цилиндрических оболочек с учётом

пьезоэлектрического эффекта. Оболочка находится под действием произвольных механических нагрузок и электрических потенциалов.

Математическая модель расчет НДС цилиндрических пьезооболочек построена на основе уравнений трехмерной теории электроупругости и вариационного принципа Лагранжа. Для удовлетворения условиям энергетической согласованности, перемещения и потенциалы оболочка аппроксимируются по нормальной к поверхности оболочки координате в полиномы, степень которых на два порядка выше по отношению к классической теории типа Кирхгофа-Лява.

Для решения сформулированной краевой задачи используется операционный метод, основанный на преобразовании Лапласа и метод матричной прогонки. В качестве примера расчета рассматривается замкнутая цилиндрическая оболочка, находящаяся под действием электромеханических нагрузок. На основе результатов расчета показано, что вблизи жестко защемленного края существуют дополнительные поперечные нормальные напряжения, которыми в классической теории пренебрегают.

Метод решения задач сопряженного теплообмена в условиях ламинарного вязкостного движения текучих сред для тел произвольной формы

Родин Н.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Швыкин Ю.С.
АО «КБП им. академика А.Г. Шипунова», Тула
cxenitrkonike@mail.ru

Эксплуатация современной техники сопряжена с проблемами эффективности её применения в ужесточенных условиях. С каждым новым образцом вооружения повышаются требования по дальности и скорости, точности и быстродействию, энергетическому и массогабаритному совершенствованию комплексов, а также расширяются климатические температурные диапазоны эксплуатации военной техники. В связи с этим ужесточаются требования к теплонагруженным системам, элементам и блокам конструкций комплексов вооружения. Все это приводит к необходимости проведения гидро-, газо- и термодинамических расчетов, численного моделирования, численных экспериментов в рамках НИР и на этапах модернизации с целью определения внешнего облика блоков и конструкций, прогнозирования функционирования в заданных эксплуатационных требованиях (в соответствии с ТЗ) или оптимизации работы систем, входящих в комплексы.

В данной работе будут рассмотрены разработанные модели расчета теплообмена, сопряженного с механикой ламинарного вязкостного движения текучей среды, на примере находящегося на открытой позиции обитаемого отсека управления БМ ЗРПК в условиях холодного климата, и на примере обтекаемого сверхзвуковым потоком воздуха тела во время горизонтального полёта в плотных слоях атмосферы. Модели учитывают процессы сложного, радиационного теплообмена с полным отражением физики проходящих процессов. Приведено сравнение результатов расчета по разработанным моделям с результатами расчетов в прикладных коммерческих пакетах и специализированных программах.

Моделирование процессов теплообмена проводится в среде Matlab. Для первого случая рассмотрим несколько возможных примеров эксплуатации комплекса:

1) Минимальный температурный эксплуатационный порог при отсутствии ветра (свободная конвекция).

2) Минимальный температурный эксплуатационный порог при скорости ветра 10 м/с (вынужденная конвекция).

По результатам работы получена теоретическая оценка изменения температуры воздуха внутри обитаемого отсека. Результаты практически полностью отражают эргономическое состояние при рассматриваемых условиях, а также могут быть основанием для осуществления оптимизации энергопотребления на поддержание комфортных условий в обитаемых боевых модулях.

Далее рассмотрим модель нагрева внутренней части обтекаемого сверхзвуковым потоком воздуха тела во время полёта. Начальные условия для моделирования полёта принимаются на основании траекторных параметров для произвольного изделия военной техники. Результаты расчета газодинамики полёта, проведенных в программных пакетах FloEFD и ANSYS, будут использованы в качестве исходных данных для теплового расчета по разработанной модели.

По результатам работы получена теоретическая оценка изменения температуры внутренней части планера. Результаты могут быть основанием для выбора материалов обтекателя и внутреннего блока изделия.

Заключение

Разработана математическая модель расчета теплообмена, сопряженного с механикой ламинарного вязкостного движения текучей среды с описанием реальных примеров возникновения рассмотренных процессов. Представлены сравнения результатов работы программ моделей с прикладными и коммерческими расчетными пакетами.

Список литературы:

1. Ф. Крейт, У.З. Блэк. Основы теплопередачи: Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 512 с.: ил.

2. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: «Энергия», 1977. – 344 с.: ил.

3. ГОСТ 16350-80. Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей. – Введ. 01.07.1981. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 92 с.

4. Н.В. Кобышева и др. Климат России. – Санкт–Петербург.: «Гидрометеоиздат» 2001. – 658 с.: ил.

5. Г.В. Алексеев. Формирование и динамика современного климата Арктики. – Санкт–Петербург.: «Гидрометеоиздат» 2004. – 266 с.: ил.

6. Журнал «Системы ВТО. Создание, применение и перспективы». № 1(17) 2018: АО "Конструкторское бюро приборостроения им. академика А.Г. Шипунова". Родин, Никита Дмитриевич. Поиск путей минимизации средней энергетической экспозиции солнечного излучения, воздействующей на тела произвольной формы/ Н.Д. Родин (стр. 77).

Моделирование безударных прыжков тела, несущего подвижные массы

Садовников Е.М.
Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Бардин Б.С.
МАДИ, Москва
eg.sadovnikov@gmail.com

Рассматривается движение механической системы, состоящей из твердого тела и двух материальных точек, перемещающихся внутри тела по взаимно перпендикулярным горизонтальному и вертикальному направлениям. В начальный момент времени тело находится на горизонтальной шероховатой плоскости. Сила трения, возникающая между телом и плоскостью, описывается законом Кулона. Под влиянием перемещения внутренних масс тело может начать скользить по плоскости, а также совершать прыжки, отрываясь от плоскости и возвращаясь на нее под действием силы тяжести. При определенных значениях параметров задачи возможен частный случай движения системы, когда тело перемещается поступательно. Исследование движения указанной системы ранее проводилось в [1], где были получены условия существования поступательного движения тела и исследован вопрос о возможности его безударных прыжков. В данной работе предполагается, что обе внутренние массы движутся относительно корпуса по гармоническому закону с одинаковыми частотами и фазами. Выполнено численное моделирование безударных прыжков тела, которым отвечает режим движения с периодически меняющейся скоростью такой, что за один период изменения скорости корпус совершает следующие этапы движения: 1) Покой на горизонтальной поверхности, когда сила инерции, вызванная движением внутренней массы в горизонтальном направление, меньше силы трения скольжения. 2) Скольжение по горизонтальной поверхности, когда сила инерции, вызванная движением внутренней массы в горизонтальном направлении, превзойдет силу трения скольжения и тело начнет двигаться по поверхности. 3)

Отрыв и свободный полёт над горизонтальной поверхностью до безударного контакта с ней. Этот режим движения начинается в тот момент, когда сила инерции, вызванная движением внутренней массы в вертикальном направлении, превзойдет силу тяжести, а завершается, когда под действием силы тяжести тело вернется на горизонтальную плоскость. При этом параметры системы можно выбрать так, что в момент контакта тела с плоскостью вертикальная составляющая его скорости будет равна нулю. 4) Скольжение по горизонтальной поверхности до остановки, когда тело, коснувшись горизонтальной поверхности без удара, продолжает скользить по ней до полной остановки. Для того чтобы выполнить численное моделирование движения тела на каждом из описанных выше этапов были проинтегрированы уравнения движения и получены явные формулы, описывающие зависимость скорости и координат тела от времени. Были также найдены аналитические зависимости для определения временных интервалов, отвечающих указанным этапам движения. В результате был построен алгоритм моделирования безударных прыжков тела и проведена классификация их возможных типов. В работе также было показано, что разработанный алгоритм можно применить и для исследования безударных прыжков системы, состоящей из тела и одной внутренней подвижной массы. Ранее аналитическое исследование движения такой системы по горизонтальной плоскости было выполнено в [2-5]. В системе MatLab был разработан пакет программ, реализующий алгоритм моделирования и визуализацию движения рассматриваемой механической системы. Для различных типов безударных прыжков были построены траектории движения центра масс тела и графики его скорости.

Список литературы:

1. Бардин Б.С. О безударных прыжках тела, несущего подвижные массы. В сборнике трудов: XVIII Международный Симпозиум «Динамика виброударных (сильно нелинейных) систем» - DYVIS-2015, С. 42-49.

2. Bardin B.S., Panev A.S. On dynamics of a rigid body moving on a horizontal plane by means of motion of an internal particle – Vibroengineering PROCEDIA, 2016, Vol. 8. Pp 135 – 141.

3. Бардин Б.С., Панёв А.С. О периодических движениях тела с подвижной внутренней массой по горизонтальной поверхности. – Труды МАИ, 2015, Выпуск № 84.

4. Bardin B.S., Panev A. S., On the Motion of a Body with a Moving Internal Mass on a Rough Horizontal Plane, Rus. J. Nonlin. Dyn., 2018, Vol. 14, no. 4, pp. 519-542.

5. Бардин Б.С., Панёв А.С. О поступательном прямолинейном движении твердого тела, несущего подвижную внутреннюю массу, Современная математика. Фундаментальные направления. 2019, Т. 65, № 4, С. 557–592.

Исследование движения робота по шероховатой плоскости посредством перемещения внутренней массы по эллиптической траектории

Садыгов А.С.
Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Бардин Б.С.
МАИ, Москва
Xolorep@yandex.ru

В работе рассматривается движение мобильного робота по горизонтальной шероховатой плоскости за счёт перемещения внутренней массы. Корпус робота совершает одномерное движение по горизонтальной плоскости, а внутри него материальная точка движется по эллиптической траектории, расположенной в вертикальной плоскости. Ранее исследование движения данной механической системы было выполнено для случая, когда внутренняя масса движется по круговой траектории [1-4].

Записана система уравнений движения робота в безразмерном виде. Показано, что в зависимости от параметров задачи корпус может покоиться или двигаться согласно одному из трёх типов движения. При движении первого типа корпус совершает периодическое движение с двумя длительными остановками за период обращения внутренней массы по эллипсу, среднее перемещение при этом за период равно нулю. При движении второго типа корпус

двигается с одной остановкой за период, причём перемещение за период положительно. При движении третьего типа корпус не совершает длительных остановок, и среднее перемещение за период обращения внутренней массы положительно.

Движение корпуса определяется тремя параметрами: отношением силы тяжести системы к относительному ускорению подвижной массы, коэффициентом трения и отношением вертикальной и горизонтальной полуосей эллипса. В пространстве параметров получены аналитические выражения границ областей, отвечающих различным типам движения корпуса, а также области, в которой движение корпуса отсутствует. Проведено сравнение результатов, полученных аналитически с результатами численного моделирования движения системы.

Установлено, что чем больше эксцентриситет эллиптической траектории подвижной массы, тем меньше область движения корпуса. При этом доля области параметров, отвечающей второму типу движения увеличивается, в то время, как доли областей, отвечающих первому и третьему типам движения, уменьшаются.

Список литературы:

1. Bardin B.S., Panev A.S. On dynamics of a rigid body moving on a horizontal plane by means of motion of an internal particle – Vibroengineering PROCEDIA, 2016, Vol. 8. pp 135 – 141.

2. Бардин Б.С., Панёв А.С. О периодических движениях тела с подвижной внутренней массой по горизонтальной поверхности. – Труды МАИ, 2015, Выпуск № 84.

3. Bardin B.S., Panev A. S., On the Motion of a Body with a Moving Internal Mass on a Rough Horizontal Plane, Rus. J. Nonlin. Dyn., 2018, Vol. 14, no. 4, pp. 519-542.

4. Бардин Б.С., Панёв А.С. О поступательном прямолинейном движении твердого тела, несущего подвижную внутреннюю массу, Современная математика. Фундаментальные направления. 2019, Т. 65, № 4, С. 557–592.

О периодических движениях динамически симметричного спутника при наличии кратных резонансов третьего и четвёртого порядков

Ситникова О.Р.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Холостова О.В.
МАИ, Москва
olya_sitnikova@mail.ru

Рассматривается движение динамически симметричного спутника (твердого тела) относительно центра масс в центральном ньютоновском гравитационном поле на слабоэллиптической орбите. Проводится исследование движений спутника вблизи его гиперболоидальной прецессии, существующей на круговой орбите и принимаемой за невозмущенное движение. Рассматриваются значения параметров, соответствующих тройному комбинационному резонансу третьего и четвертого порядков и близкие к ним, задаваемые малыми резонансными расстройками m1, m2 по обеим частотам малых колебаний линеаризованных уравнений возмущенного движения.

Методом Депри — Хори проведена нормализация гамильтониана возмущенного движения в слагаемых до четвертого порядка включительно относительно возмущений с учетом имеющихся резонансов, главная (модельная) часть которого соответствует автономной системе. Решена задача о существовании, числе и устойчивости (в линейном приближении) положений равновесия соответствующей модельной системы для трех вариантов выбора резонансных расстроек, когда 1) m1=const, m2=0; 2) m1=0, m2=const и 3) m1= m2.

Ранее показано [1], что в случае точного резонанса (m1= m2=0) число положений равновесия системы равно 3. В данной работе выявлено, что в случае 1) их число варьируется от 0 до 7, в случае 2) — от нуля до четырех и в случае 3) — от нуля до шести, в зависимости от выбранных значений m1 или m2. Таким образом, в случаях, близких к резонансным, число положений равновесия может быть как меньшим, так и большим, по сравнению со случаем точного резонанса. Численно выявлены области устойчивости (в линейном приближении) и

неустойчивости для каждого рассмотренного случая. Полученные результаты проиллюстрированы сериями изображений в плоскостях различных пар переменных системы, а также пар, состоящих из одной из переменных и резонансной расстройки.

Методом малого параметра Пуанкаре построены 2pi-периодические по nu (nu — истинная аномалия), аналитические по e (e — эксцентриситет орбиты) решения полной неавтономной системы, рождающееся из найденных положений равновесия модельной системы. В исходной системе им соответствуют 10pi-периодические по nu, аналитические по e движения оси симметрии спутника, происходящие в окрестности его гиперболоидальной прецессии на слабоэллиптической орбите. Дана геометрическая интерпретация этих движений в плоскости переменных, характеризующих отклонения угловых координат системы от их невозмущенных значений; отслежена эволюция траекторий при изменении значений резонансных расстроек.

Устойчивые в линейном приближении и неустойчивые положения равновесия порождают устойчивые в линейном приближении и неустойчивые резонансные периодические движения спутника, что следует из непрерывности по малому параметру характеристических показателей линеаризованных уравнений возмущенного движения.

Список литературы:

1. Сафонов А.И., Холостова О.В. О периодических движениях симметричного спутника на слабоэллиптической орбите в одном случае кратного комбинационного резонанса третьего и четвертого порядков // Вестн. Удмуртск. ун-та. Матем. Мех. Компьют. науки. 2018. Т. 28, No 3. С. 373–394.

Патент на изобретение — механизм шагающей машины

Скворцова А.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лебедев В.В.
МАИ, Москва
saa2509@mail.ru

Задача синтеза механизма для шагающей машины является актуальной в связи с развитием новых видов транспорта. В частности, освоение северных районов и тундры требует создать новый движитель. Особенно значимыми становятся экологические требования. Колёсные и гусеничные транспортные средства не могут широко применяться в условиях тундры из-за больших касательных напряжений и разрушения растительного покрова. В таком виде транспорта движущей силой является сила трения покоя между колесом или гусеницей и поверхностью, срезающая корни растений. Колея от гусеницы или колеса в тундре остаётся на десятилетия безжизненной поверхностью. В тяжёлом машиностроении колесо тоже не работает из-за большой силы давления в точке касания с поверхностью. Колесо хорошо работает только на твёрдых ровных поверхностях при сравнительно небольшой массе транспортного средства.

Альтернативным движителем на мягких поверхностях является шагающее устройство. Шагающий движитель имеет два основных преимущества перед колесом или гусеницей. Во-первых, шагающая опора опускается на поверхность строго вертикально без создания даже малейших касательных напряжений. Следовательно, отсутствуют касательные напряжения сдвига, срезающие корни растений. Во-вторых, опора шагающей поверхности может иметь сколь угодно большую площадь, поэтому давление на грунт будет уменьшено. Например, даже при прочности 0,01 МПа одного из самого слабого вида грунтов типа торфяника каждый квадратный метр шагающей опоры может нести массу одна тонна. В крупных промышленных масштабах, например, для перспективных нефтедобывающих шагающих платформ массой порядка 50000 тонн потребуется площадь опоры 5 га, или 4 опоры по 1,25 га. Конечно, такая оценка явно завышена. Для справки надо отметить, что давление в детском воздушном шарике равно приблизительно 0,01-0,015 МПа. Такое давление никакого вреда природе нанести не может. Реальные транспортные средства при движении по снегу имеют давление в шинах 0,05 МПа, то есть в пять раз больше указанного в примере. Значит, даже для тяжёлой

промышленной платформы достаточно площади шагающей опоры 1 га, то есть четырёх квадратных опор размерами 25-25 м.

После обоснования шагающего средства с позиции прочности грунта и экологии появилась более сложная техническая задача – синтезировать шагающий механизм. Традиционный шагающий механизм П.Л. Чебышева имеет один очень важный недостаток – рабочая точка траектории расположена в верхней части шатуна шарнирно-рычажного механизма. Перевернуть механизм нельзя, иначе перевернётся шагающая траектория рабочей точки, в том числе прямолинейный участок относительного движения-опоры. Появилась новая актуальная задача теоретической механики и теории механизмов и машин – создать устройство для перемещения рабочей шагающей траектории конца шатуна известного шарнирно-рычажного механизма из верхней части в нижнюю часть. При решении этой задачи надо учитывать формулу П.Л. Чебышева для расчёта количества k степеней свободы шарнирно-рычажного механизма в зависимости от числа r рычагов и числа s шарниров: k=3r-2s. В шагающем механизме одна степень свободы, потому что в нём 3 рычага и 4 шарнира. Добавить ещё один шатун в механизм нельзя, потому что появится вторая степень свободы, машина упадёт. Сначала было предложено объединить два шагающих механизма общим шатуном, наподобие известной шагающей машины П.Л. Чебышева. Но такое техническое решение не устранило главную проблему, не уменьшило габариты механизма. Траектория сместилась вниз, но второй механизм потребовалось разместить под первым, поэтому высота не уменьшилась. Второе техническое предложение оказалось рациональным, на него получен патент [1]. Суть нового механизма заключается в дополнении известного устройства механизмом двойного параллелограмма, позволяющего параллельно смещать шагающую траекторию в любом направлении, в данном случае вниз. Цель работы достигнута, создан рабочий макет механизма.

Список литературы:

1. Скворцова А.А. Механизм шагающей машины. Патент на изобретение №2017138076/11(066514). Приоритет от 01.11.2017 г.

Построение модели поиска оптимальных точек входа на фондовый рынок с использованием методов машинного обучения

Стеснягин С.М.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Чекин А.М.
МАИ, Москва
forgonn@gmail.com

В качестве исследуемого ценового ряда рассмотрим биржевой индекс. Основная цель индекса показать инвесторам общую динамику на фондовом рынке. Поскольку изменение цены индекса является нестационарным процессом прогнозирование его движения представляет собой нетривиальную задачу. В этом случае можно рассматривать не сам ряд, а его первые разности - приращения. Для большинства фондовых индексов можно показать, что распределение дневных приращений является нормальным, с нулевым математическим ожиданием. Таким образом лучшим прогнозом цены на следующий день, без использования сторонних данных является цена закрытия предыдущего дня. Но помимо задач прогнозирования самой цены существует другой тип актуальных задач - прогнозирование выхода цены из заданного ценового коридора.

Часто в качестве моделей берутся авторегрессионные модели, но их использование возможно лишь только в том случае, когда ряд обладает автокорреляционными свойствами. Существует и другой подход, в котором используются методы машинного обучения. Помимо самого ряда данных таким методам в качестве признаков можно передать значения различных индикаторов технического анализа. Для разбиения временного ряда на тренировочные и проверочные данные, а также для проведения кроссвалидации, обязательно использовать алгоритмы разбиения, предназначенные для временных рядов, где данные берутся блоками

друг за другом. В качестве целевой переменной рассмотрим событие выхода цены из ценового коридора в течение заданного промежутка времени от рассматриваемой даты.

В такой постановке модель решает задачу классификации, а спрогнозированные события выхода из коридора будут являться оптимальными точками входа в рынок для инвесторов. Стоит отметить, что события резкого дневного падения фондового индекса моделью не могут быть предсказаны, поскольку чаще всего такие события носят новостной характер.

Линейная задача об устойчивости цилиндрической прецессии спутника-тора на эллиптической орбите

Терехова А.Ю.
Научный руководитель — доцент, Чуркина Т.Е.
МАИ, Москва
anna.terekhova97@gmail.com

В работе рассмотрено движение относительно центра масс спутника, представляющего из себя торовую оболочку. Проект космического аппарата такого вида был предложен в 1975 году и получил название стэнфордский тор по названию университета, разработавшего его концепцию. Гравитационное поле предполагается центральным ньтоновским, считается что орбита центра масс спутника представляет из себя эллипс и что ориентация спутника в орбитальной системе координат задается стандартным образом при помощи углов Эйлера.

Дифференциальные уравнения движения, соответствующие гамильтониану в данной задаче, допускают решения, отвечающие цилиндрической прецессии спутника на орбите. При этом сам спутник вращается с ненулевой угловой скоростью вокруг оси симметрии, перпендикулярной плоскости орбиты центра масс.

Проведено исследование линейной задачи об устойчивости данного типа движений. За параметры задачи выбраны эксцентриситет орбиты и безразмерный параметр, характеризующий угловые скорости движения центра масс спутника по орбите и самого спутника вокруг оси симметрии.

В пространстве параметров задачи построены области устойчивости в первом приближении и области неустойчивости. Получены аналитически (при малых значениях эксцентриситета) и численно (при произвольных значениях параметров) границы областей параметрического резонанса. Проведена анимация возмущенного и невозмущенного движений спутника для различных характерных значений параметров задачи и начальных условий.

Список литературы:

1. Белецкий В.В. Движение спутника относительно центра масс в гравитационном поле. М.: Издательство Московского университета, 1975

2. Маркеев А.П. Линейные гамильтоновы системы и некоторые задачи об устойчивости движения спутника относительно центра масс. М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований. 2009.

3. Маркеев А.П., Чеховская Т.Н. Об устойчивости цилиндрической прецессии спутника на эллиптической орбите. ПММ. 1976. Т. 40. № 6.

4. Холостова О.В. Об устойчивости цилиндрической прецессии спутника в одном частном случае. Космические исследования. 2008. Т. 46, № 3.

5. Чуркина Т.Е. Об устойчивости движения спутника на эллиптической орбите в случае цилиндрической прецессии. Математическое моделирование. 2004. Т. 16. № 7.

Влияние выбора точки закрепления троса на динамику движения связки буксир-космический мусор

Файзуллин Л.Ф.
Научный руководитель — Пикалов Р.С.
Самарский университет, Самара
lenarfay@gmail.com

Одной из проблем освоения космического пространства сегодня является засорение околоземных орбит неуправляемыми, непригодными для дальнейшей эксплуатации, искусственными объектами – космическим мусором. Такие объекты могут иметь размеры от нескольких миллиметров до нескольких метров в диаметре. Самым опасным считают, так называемый крупногабаритный космический мусор (более 0.1 м в диаметре), любое столкновение с которым может привести к разрушению объектов и увеличению количества мусора на орбите.

В научной литературе предложен ряд способов борьбы с космическим мусором [1, 2]. В ранее изложенной задаче [3], был рассмотрен способ увода объектов с помощью гибкого троса. При использовании такого метода могут возникать различные проблемы, связанные с колебанием буксируемого аппарата или разрывом связи.

В настоящем исследовании данная задача была обобщена для пространственного случая. В построенной математической модели буксир считается материальной точкой, а космический мусор — твердым телом. Исследовано влияние расположения точки закрепления троса на космическом мусоре. Рассмотрено движение системы в бессиловом и гравитационном поле Земли в случаях плоского и объемного движения. Проведена серия численных экспериментов.

1. Асланов В. С. Выбор параметров системы увода космического мусора с упругими элементами посредством тросовой буксировки [Текст]/ В.С. Асланов, В. В Юдинцев // Труды МАИ. - 2018. - №1, - С. 7-17.

2. Пикалов Р. С. Обзор и выбор средств увода крупногабаритного космического мусора [Текст]/ Р. С. Пикалов, В. В Юдинцев // Труды МАИ. - 2018. - №100.

3. Файзуллин Л. Ф. Управление связкой буксир-космический мусор на этапе буксировки [Текст]/ Л. Ф. Файзуллин // Королевские чтения. 2019. Т. 1. С. 71 - 72

Математическая модель напряженного состояния конической оболочки на основе варианта неклассической теории

Фам Винь Тхиен
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Фирсанов В.В.
МАИ, Москва
pvthien88@gmail.com

При расчете напряженно – деформированного состояния оболочечных конструкций вблизи зон его искажения (соединения, стыки, скачкообразное изменение жесткостных характеристик, действие локальных и быстро изменяющихся нагрузок и др.), а также элементов конструкций, выполненных из неоднородных материалов, классическая теория типа Кирхгофа-Лява, Тимошенко-Рейсснера не дает удовлетворительного соответствия с практикой.

В данной работе рассматривается вариант расчета конической оболочки на основе уточненной теории. Искомые перемещения раскладываются в полиномиальные ряды по нормальной к срединной поверхности координате и формулируются условия согласованности перемещений, которые связывают между собой количество слагаемых в этих разложениях по тангенциальным и поперечному направлениям.

На основании уравнений трехмерной теории упругости и вариационного принципа Лагранжа получены уравнения равновесия в перемещениях с переменными коэффициентами

и краевые условия. Решение сформулированной краевой задачи осуществляется последовательным применением следующих методов: разложения перемещений и нагрузок в тригонометрические ряды по окружной координате, конечных разностей и матричной прогонки. Приведен пример расчета изотропной конической оболочки, нагруженной постоянным внутренним давлением. Расчеты проведены с помощью компьютерной программы.

Дано сравнение результатов расчета напряжений, полученных с помощью классической теории и в данной работе. Установлено, что разница между ними в краевой зоне существенна. Например, дополнительное поперечное нормальное напряжение, которым в классической теории пренебрегают, в данной работе получается одного порядка с максимальными значениями основного напряжения. Такой уровень дополнительных напряжений необходимо учитывать при оценке прочности и долговечности элементов конструкций в объектах машиностроения, в том числе авиационной и ракетной техники.

О некоторых математических методах механики Остроградского систем с бесконечным числом степеней свободы

Хонг Тхи Иен
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Будочкина С.А.
РУДН, Москва
Khongthiyenrudn@gmail.com

Теория гамильтоновых систем обладает методами интегрирования уравнений движения (см., например, [1]), поэтому возникают вопросы, связанные с представлением различных типов уравнений и их систем в форме уравнений Гамильтона. В классической механике уравнения движения, являющиеся обыкновенными дифференциальными уравнениями второго порядка, с помощью известного преобразования Лежандра могут быть приведены к виду канонических уравнений Гамильтона. В работах [2, 3] исследованы вопросы о представимости операторного уравнения с первой производной по времени в форме Bu-гамильтонова уравнения. В связи с этим представляет значительный интерес исследование вопроса о представлении уравнений движения с высшими производными в форме уравнений Гамильтона-Остроградского. Как известно, основы механики с высшими производными были заложены в работе М.В. Остроградского [4]. В современной литературе механику, в которой рассматривается функция Лагранжа, зависящая от высших производных, называют механикой Остроградского. Дальнейшее развитие механики с высшими производными получено, в частности, в работе [5]. Отметим, что вопросы приведения дифференциальных уравнений к виду уравнений Гамильтона-Остроградского тесно связаны с существованием функционала действия. Методы построения действий по Гамильтону для различных типов уравнений и их систем разработаны, в частности, В.М. Савчиным [6]. В работах [7-9] изложены подходы к построению действия по Гамильтону для операторного уравнения со второй производной по времени.

Настоящая работа посвящена исследованию вопроса о косвенной представимости операторного уравнения с производной четвертого порядка по времени в форме уравнений Гамильтона-Остроградского. Дифференциальные уравнения с производными четвертого порядка по времени встречаются, например, в теории упругости. Используемый в работе операторный подход позволяет разработать методы исследования различных типов уравнений движения (обыкновенных дифференциальных уравнений, дифференциальных уравнений с частными производными, интегро-дифференциальных уравнений и др.), а также их систем. Этим и объясняется выбор исследуемого уравнения.

Данная работа является продолжением работ [6-9]. В ней используются обозначения и терминология этих работ.

В работе получены следующие результаты.

1. Получены необходимые и достаточные условия косвенной представимости операторного уравнения с производной четвертого порядка по времени в форме уравнения Лагранжа-Остроградского.

2. Построен соответствующий функционал – действие по Гамильтону-Остроградскому.

3. Операторное уравнение с производной четвертого порядка по времени представлено в форме уравнений Гамильтона-Остроградского. Для этого введены обобщенные импульсы и обобщенный гамильтониан, зависящий от высших производных.

Методы. В данной работе используются методы аналитической динамики, современные методы решения обратных задач вариационного исчисления и нелинейного функционального анализа.

Список литературы:

1. Козлов В.В. Симметрии, топология и резонансы в гамильтоновой механике. Ижевск: Изд-во Удмуртского гос. университета, 1995.

2. Будочкина С.А., Савчин В.М. О Bu-гамильтоновых уравнениях в механике систем с бесконечным числом степеней свободы // Доклады Академии наук, 2011, том 439, N 4, стр. 583-584.

3. Будочкина С.А. О представлении одного операторного уравнения с первой производной по времени в форме Bu-гамильтонова уравнения // Дифференциальные уравнения, 2013, том 49, №2, стр. 175-185.

4. Остроградский М.В. Мемуар о дифференциальных уравнениях, относящихся к изопериметрической задаче. Полн. собр. соч., т. 2, Киев: Изд-во АН УССР, 1961. С. 139-233.

5. Савчин В.М. Метод Остроградского и обратные задачи механики. Канд. дисс., УДН им. П. Лумумбы, 1984.

6. Савчин В.М. Математические методы механики бесконечномерных непотенциальных систем. -М.: Университет дружбы народов, 1991.

7. Савчин В.М., Будочкина С.А. О существовании вариационного принципа для операторного уравнения со второй производной по "времени" // Математические заметки, 2006, т. 80, вып. 1, стр. 87-94.

8. Савчин В.М., Будочкина С.А. О структуре вариационного уравнения эволюционного типа со второй производной по t // Дифференциальные уравнения. 2003 Т. 39, №1. С. 118-124.

9. Budochkina S.A., Savchin V.M. On direct variational formulations for second order evolutionary equations // Eurasian Mathematical Journal, Vol.3, Number 4 (2012), 23-34.

Плоскошлифовальное прямило

Шмагина Ю.В.
Научный руководитель — Дроботов В.Б.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
ShmaginaJulia171@yandex.ru

Предложена и математически исследована новая кинематическая схема для плоскошлифовальной машины, состоящая из укороченного инверсора и двойного параллелограмма. Достоинством предлагаемого устройства является уменьшенный продольный размер, а также шлифовальный элемент в виде отрезка или плоской пластины. Сформулирована новая техническая задача для создания шлифовального инверсного шарнирно-рычажного механизма с поворотом исполнительного элемента на произвольный угол без разворота самой машины. Изготовлены макеты наиболее приемлемых вариантов шарнирно-рычажных механизмов для шлифовальной машины. Работой заинтересовались конструкторы 3D принтеров, потому что вращение вала шагового двигателя на корпусе можно преобразовать в движение печатающего устройства по любой прямой.

Школьная научно-исследовательская работа проводится в соответствие со Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации. В конкурсе на техническое предложение механизма для строительной техники участвует несколько проектов. Результаты

школьной работы позволили включиться в конкурс. Первая часть работы была представлена на Международном молодёжном инновационном конкурсе-семинаре «Строительство – формирование среды жизнедеятельности 2018» в апреле 2018 года и отмечена Бронзовой медалью призёра. Главным выводом из первой части работы было доказательство возможности применения укороченного прямила Липкина в качестве механического инверсора для преобразования качательного движения коромысла в точное движение по прямолинейному отрезку рабочей точки шлифовальной машины. Такое преобразование хорошо известно в технике, но укороченное прямило незаслуженно забыто. Другое техническое предложение и новизна работы заключались в замене точки как рабочего элемента плоскошлифовальной машины на рабочий отрезок, на который можно установить наждачный брусок. Наконец, третья новизна работы была в доказательстве возможности разворота шлифовального элемента на 180 градусов без разворота всей машины. Такая возможность разворота очень важна для практики, потому что ограниченное пространство здания или сооружения не всегда позволяют маневрировать большому агрегату внутри них, но позволяют перемещать и поворачивать отдельные части механизмов. Прогрессом работы стало создание трёх новых механизмов.

Первая часть работы завершилась формулировкой математической задачи, имеющей важное техническое применение: разработать устройство для возможности разворота рабочего элемента в плоскошлифовальной машине на любой или достаточно большой угол без поворота всего тяжёлого агрегата.

Для решения этой задачи во второй части школьной научно-исследовательской работы было предложено воспользоваться параллелограммом П.Л. Чебышева, выполненным в виде ромба. На двух соседних сторонах шарнирного ромба жёстко закреплены два треугольника. Каждый из этих двух треугольников по сути представляет собой единое кинематическое звено, связанное с соответствующим рычагом параллелограмма. Технически не обязательно выполнять эти звенья в виде треугольников. Например, можно жёстко закрепить один рычаг по серединному перпендикуляру к стороне ромба. Технологически это можно выполнить, например, сваркой или любым другим видом разъёмного или неразъёмного соединения.

При такой кинематической схеме сохраняется преимущество рабочего элемента плоскошлифовальной машины в виде отрезка. Однако у механизма появляется ещё одно принципиально новое свойство – возможность шлифовать конические поверхности. Процесс шлифования с одновременным поворотом в горизонтальной плоскости приведёт к образованию конической рабочей поверхности.

Для доказательства правильности предложенного технического решения изготовлены три модели действующих механизмов с возможностью некомпланарного поворота прямолинейной траектории движения точки.

Вывод. Применение известного механизма поворота траектории рабочей точки позволяет дополнительно реализовать новое свойство машины для шлифования деталей не только в одной плоскости или наклонных плоскостях, но и на конических поверхностях. Работой заинтересовались конструкторы 3D-принтеров.

Направление №8 Новые материалы и производственные технологии в области авиационной и ракетно-космической техники

Секция №8.1 Перспективные производственные технологии и аддитивные технологии

Действие тепловых энергий в структурах сплава 1420 при прокатке горячекатаного листового материала

Агафонова Д.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Михеев В.А.
Самарский университет, Самара
Dafna_Agafonova@mail.ru

Мировое авиастроение развивается быстрыми темпами, требуя все больше перспективных разработок летательных аппаратов с улучшенными характеристиками. Особую роль в этом играют алюминий-литиевые сплавы, которые уникальны по своей природе, благодаря литию происходит повышение прочности и модуля упругости при снижении плотности. Система алюминий-литиевых сплавов может составить серьезную конкуренцию традиционным сплавам благодаря механическим и эксплуатационным характеристикам.

Образцы для экспериментальных исследований были подготовлены заранее. Размер образца составлял 30 мм*50 мм толщиной 7,3 мм, вырезанный из горячекатанного листа сплава 1420 для последующей холодной прокатки.

Исследование проводилось в несколько этапов:

1. Восемь образцов заданных размеров были предварительно нагреты по методу ИДС до выбранной температуры: 180С, 340С, 505С, 525С, по два образца на температуру. Температура выдержки составляла две минуты. Последующая прокатка образцов на прокатном стане К220-75 выполнялась в разных скоростных режимах. Первые два прохода при малой скорости прокатки: образец №1 — 0,1 м/мин и образец №2 — 1,0 м/мин, при последующих проходах была выбрана большая скорость: образец №1 — 10 м/мин и образец №2 — 20 м/мин.

Было выявлено, что для всех образцов при переходе на большую скорость прокатки происходит монотонное уменьшение усилия по проходам, но стоит отметить, что чувствительность в зависимости от первоначальной температуры нагрева ИДС выше при скорости прокатки 20 м/мин.

После четырех проходов образцы имеют разрушения разного характера, наиболее оптимальная температура нагрева ИДС равна 525С согласно ряду стационарных температур [1].

2. Пять образцов предварительно нагреты до оптимальной температуры 525С по методу ИДС со следующей временной выдержкой: 1, 2, 3, 4 и 5 минут. Скорость прокатки выбрана 20 м/мин.

Для всех образцов наблюдается монотонное уменьшение усилия после третьего прохода прокатки, исключением является первый образец. Образец №5 сохранивший максимальную целостность с выдержкой 5 минут при температуре нагрева 525С ИДС. После восьми проходов толщина образца составила 1,18 мм при усилии 69,2 кН.

3. Четыре образца предварительно нагреты до температуры 525С по методу ИДС с временной выдержкой следующего характера: 7, 10, 12 и 15 мин. Скорость прокатки выбрана 20 м/мин.

Образец №5 с временной выдержкой 15 мин при температуре нагрева 525С ИДС стал максимально оптимальным образцом. После 44-х проходов прокатки толщина образца составила 0,855 мм.

4. Пять образцов предварительно нагреты до температуры 525С по методу ИДС со следующей временной выдержкой: 15, 20 и 30 мин. Скорость прокатки выбрана 20 м/мин. Абсолютно все образцы успешно прокатаны до необходимой толщины 0,5 мм за большое число проходов, но с постоянной степенью обжатия.

Образец 1 был прокатан до нужной толщины 0,5 мм без промежуточного нагрева ИДС, образцы 2,3 и 4 – с одним промежуточным нагревом ИДС, образец 5 – с двумя промежуточными нагревами ИДС. Момент назначения промежуточных нагревов ИДС определялся визуально по состоянию прокатанного образца, а временная выдержка нагрева ИДС сохраняла значение первоначального нагрева ИДС. Только второй промежуточный нагрев ИДС образца 5 был проведен при временной выдержке равной 30 минут.

Полностью сохранил целостность образец №5 с временной выдержкой 15 мин при температуре нагрева 525С ИДС и с двумя промежуточными нагревами 525С по методу ИДС с временной выдержкой 15 и 30 мин.

На адаптивную совместимость указывает динамическая релаксация образцов материала, изменение решеточно-кластерной структуры алюминий - литиевого сплава системы Al –Mg– Li. Нельзя не заметить ярко выраженный релаксационный эффект, проявляемый в периодичности изменения усилия и в монотонном снижении усилия до значения 10-15 кН во второй половине проходов после промежуточных нагревов 525С по методу ИДС.

Установить периодичность появления и исчезновения антифазных границ предполагается за счет совмещения и анализа результатов термоаналитических исследований образцов с результатами рентгеноструктурных и электронно-растровых исследований.

Список литературы:

1 Дорошко, Г.П. Введение в температурный анализ свойств материала. [Текст] / Г.П. Дорошко. – Самара: Самарск. гос. арх.-строит. ун.-т., 2007. – 396 с.

Применение аддитивных технологий при изготовлении перспективных изделий ракетно-космической техники

Александров Д.В.
Научный руководитель — к.т.н. Маликов С.Б.
МАИ, Москва
Al3xandroffdmitr@yandex.ru

Аддитивные технологии за последние 20 лет образовали наиболее быстро развивающийся инновационный сегмент технологии машиностроения [1].

Аддитивные технологии предполагают создание физического объекта методом послойного нанесения материала, что отличается от традиционных методов формирования детали, то есть удалением материала из заготовки за счёт реализации различных методов, обладающих соответствующими возможностями и ограничениями в силу специфики материала [2-4].

Направление селективного лазерного спекания использует в качества материала порошковые смеси, как и многие другие промышленные методики аддитивного производства. Данная методика позволяет создавать полностью металлические объекты сложной формы за короткий промежуток времени. Также доступно множество видов разнообразных порошковых смесей, среди которых нейлон, керамика, полистирол, и т.д.

Горячее изостатическое прессование (ГИП) металлических порошков – достаточно сложный технологический процесс, требующий последующих финишных операций (механообработка, термическая обработка и др.). Для ГИП применяют распыленные порошки сферической формы из разнообразных металлических сплавов.

Использование рассматриваемых технологий требует дальнейшего использования контрольных мероприятий с целью обеспечения надлежащего качества изделий [5]. Так,

например, компьютерная томография позволяет обнаруживать и измерять трехмерные микроскопические низкоконтрастные дефекты: трещины, поры и раковины, обеспечивает контроль геометрических параметров изделий, таких как линейные и угловые размеры. Также позволяет проводить полный анализ отклонений формы от эталонной 3D модели.

На сегодняшний день перспективным является использование аддитивных технологий для производства высокотехнологичной конкурентоспособной продукции, элементами которой являются объекты сложной пространственной формы из труднообрабатываемых материалов [6] и с применением новых конструктивных решений. Реализация этого неизбежно потребует изменений в установившихся принципах производства [7,8]. Одним из новых направлений в области аддитивных технологий является технология селективного лазерного сплавления (СЛС). В технологии СЛС используется лазер высокой мощности для расплавления тонкого слоя порошка в соответствии с 3D моделью. При этом практически не используется технологическая оснастка, за счет чего происходит резкое сокращение цикла производства изделий.

В производстве и проектировании авиационно-космической техники возникает повышенный интерес к применению аддитивных технологий. Разработка и производство в кратчайшие сроки продукции нового поколения возможны сегодня с применением цифровых, «умных», виртуальных фабрик будущего – систем комплексных технологических решений Основным пагубным факторами являются высокие цены на материалы, оборудование, длительная процедура сертификации продукции [9]. На данный момент уже освоен серийный выпуск ряда изделий, прогнозируется расширение сферы их применения.

Список литературы:

1. Исаченко В.А., Астахов Ю.П., Саушкин Б.П. Технологии ракетно-космического машиностроения — проблемы и перспективы // Технология машиностроения, 2016, №1, С. 10–14.

2. Бойцов А.Г., Токмакова Т.В., Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Воздействие электроэрозионного фрезерования на обработку деталей ГТД из титановых сплавов // Авиационная промышленность, 2019, № 1, С. 45-47.

3. Высоцкая В.И., Маликов С.Б., Токмакова Т.В. Влияние механической обработки на свойства КМ на основе высокотемпературных карбидов с металлическими наполнителями // Авиационная промышленность, 2017, № 4, С. 42-45.

4. Бойцов А.Г., Токмакова Т.В., Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Влияние режимов электроэрозионного фрезерования на производительность прошивки отверстий малого диаметра в деталях ГТД // Авиационная промышленность, 2018, № 3-4, С. 35-37.

5. Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Повышение качества продукции авиапрома / Восьмой Международный Аэрокосмический Конгресс, 2015, С. 199-200.

6. Егоров А.Е. Применение аддитивных технологий при изготовлении изделий ракетно-космической техники / Труды МАИ, 2019, вып. 78 [Электронный ресурс]. - http://mai.ru/science/trudy/, 2019.

7. Юрин В.Н., Маликов С.Б. Исследование документооборота при проектировании приспособлений на двигателестроительном предприятии / Авиадвигатели XXI. II Международная научно-техническая конференция, 2005, С. 330-331.

8. Юрин В.Н., Маликов С.Б. Анализ взаимосвязей информации конструкторских и технологических документов / Четвертый Международный Аэрокосмический Конгресс, 2003, С. 193-194.

9. Боровков А.И., Рябов Ю.А., Марусева В.М. «Умные» цифровые двойники – основа новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования глобально конкурентоспособной продукции нового поколения / Трамплин к успеху, 2018, вып. №13, С. 12–15.

3D-аэрозольная печать как способ получения диэлектрических слоёв печатных плат на алюминиевых основаниях

Афонин К.Н.
Научный руководитель — к.х.н. Иванов А.А.
ТУСУР, Томск
alexchemtsu@rambler.ru

Повсеместно применяемые в качестве диэлектрических слоев многослойных печатных плат на алюминиевых основаниях неметаллические покрытия в значительной мере достигли своего предела параметрического улучшения. Вместе с тем, развитие современной отрасли микроэлектроники требует создания материалов, надежно работающих в различных условиях эксплуатации, в т.ч. в космическом пространстве. Решить эту задачу можно применением новых материалов в совокупности с традиционными материалами.

В настоящее время активно развивается новая область химии высокомолекулярных соединений, связанная с синтезом и изучением свойств функциональных неорганических полимерных материалов различного строения, а именно, полиалюмосиликатов Интерес к данному классу неорганических полимеров вызван большим набором синтетических возможностей, обеспечивающих обширный комплекс создаваемых химических структур, а также высокой стойкостью к воздействию агрессивных сред, глубокого вакуума, высоких давлений и температур. Введение в полиалюмосиликатные системы функциональных групп различного назначения позволяет получать высокоупорядоченные системы с заранее заданной химической структурой, реакционной способностью в различных по своей химической природе растворителях, которые обладают рядом специальных свойств, отличающихся от известных в настоящее время неорганических полимеров [1, 2].

Особый интерес представляют тонкие (в т.ч. многослойные) покрытия и слои упомянутых полиалюмосиликатных олигомеров и полимеров. Актуальность исследования таких покрытий и слоев связана со стремительным развитием в последние годы междисциплинарной области науки – неорганической микроэлектроники, направленной на создание легких, недорогих и надежно работающих в экстремальных условиях эксплуатации многослойных печатных плат на металлических основаниях (ПППМО), а также изделий и устройств, с применением диэлектрических покрытий с улучшенными теплофизическими и механическими свойствами.

Одним из ключевых параметров полиалюмосиликатов дендримерной морфологии является вязкость системы и способность вмещать в свои междоменные и межкоронные пространства большое количество высокодисперсных наполнителей. Известно, что чем больше количество наполнителя вводиться в полимерную матрицу, тем меньше становиться вязкость системы полимер-наполнитель. А количество наполнителя напрямую влияет на свойства готового композиционного материала, причем высоконаполненный материал должен обладать способностью к образованию аэрозоля, для последующего его нанесения на алюминиевые основания посредством 3D аэрозольной печати. При этом должен образовываться бездефектный монослой имеющий хорошую адгезию к алюминиевому основанию, т.е. хорошее химическое сродство. Кроме того, теплофизические и физико-химические свойства сильно зависят от наличия определенных концевых групп в составе среды, в которой они находятся, что позволит использовать их в различных деталях и изделиях микроэлектроники.

Тонкие пленки и слои полиалюмосиликатов дендримерной морфологии, функционализированных мезогенными и реакционноспособными группами могут быть использованы в устройствах микроэлектроники, полупроводниковой оптоэлектроники и силовой электроники в качестве неактивных слоев различного назначения, а именно диэлектрических или защитных. При этом задача управления свойствами таких пленок и слоев сводится к решению фундаментальных междисциплинарных задач о влиянии отдельных элементов функционализированных полиалюмосиликатов (в частности, строения функциональных групп, длины концевых фрагментов, степени разветвленности молекул) на процессы самоорганизации в тонких пленках-слоях и на их свойства, зависящие в т.ч. и от

способа их нанесения, а также к определению их молекулярных архитектур, наиболее перспективных для тех или иных приложений. А разработка технологичных методов изготовления высокоорганизованных тонких пленок и слоев (в т.ч. многослойных) с заданной структурой, морфологией, диэлектрическими и теплофизическими свойствами является актуальной прикладной проблематикой.

Во многих отраслях промышленности в настоящее время, наряду с проблемой создания новых композиционных материалов стоит важная задача их нанесения на поверхность различных изделий и устройств. Так, использование 3D-печати является современным методом формирования различных покрытий и топологий в изделиях и устройствах, в т. ч. в микроэлектронике.

Для получения пневматическим методом 3D аэрозольной печати керамических слоев и топологий на алюминиевых основаниях использовали синтезированный полиалюмосиликат наполненный высокодисперсным наполнителем и 3D принтер фирмы Neotech AMT марки Aerosol Jet 15EX.

Список литературы:

1. Шабанова Н.А. Химия и технология нанодисперсных систем. М.: Академкнига., 2006. 309 с.

2. Королев Г. В., Бубнова М. Л. Синтез, свойства и практическое применение гиперразветвленных полимеров. Высокомолекулярные соединения. 2007, серия С, том 49, № 7, с. 1357-1388.

Применение аддитивных технологий для изготовления изделий ракетно-космической техники

Ахмедов Н.А.
Научный руководитель — к.т.н. Ногачева Э.Р.
СамГТУ, Самара
98nurlan@gmail.com

Интенсивное развитие всех отраслей промышленности, включая ракетно-космическую, требует от производителей совершенствования процессов получения изделий с требуемым комплексом свойств. В качестве одного из самых перспективных направлений можно рассматривать использование аддитивных технологий, которые позволяют ускорить процесс проектирования новых изделий и их производство, а как итог уменьшить их стоимостные и массовые характеристики.

Ещё совсем недавно аддитивные технологии не имели практического применения в промышленности. Однако сейчас ведущие отечественные и зарубежные компании в области ракетно-космической техники проявляют интерес к технологии создания трехмерных объектов, проводят научные исследования, разрабатывают оборудование, открывают научные и производственные центры.

За рубежом уже активно используются аддитивные технологии для получения деталей ракет, самолётов. В нашей же стране этот этап ещё не начался, поскольку сейчас идет процесс адаптации аддитивных технологий к реальному промышленному производству: проводится оценка состояния отрасли аддитивных технологий – насколько сейчас данная отрасль готова к массовому внедрению её в производства ракетно-космической отрасли, ведется поиск рационального её использования в данной отрасли, разработка нормативно-технической документации, оценка физико-механических характеристик изделий.

Сейчас аддитивные технологии позволяют изготавливать изделия как из металлических, так и из полимерных материалов. В качестве примера можно привести совместную разработку специалистов РКК «Энергия» и сотрудников Санкт-Петербургского политехнического университета им. Петра Великого по изготовлению с применением аддитивных технологий камеры сгорания ракетного двигателя [1]. Использования в качестве основной технологии аддитивной позволило сократить цикл изготовления изделия более чем в два раза, а также изготовить камеру уникальной конфигурации, что было невозможно в рамках стандартных технологий, таких как механическая обработка и пайка.

В ФГБОУ ВО «СамГТУ» в качестве пробной работы была оценена возможность изготовления изделия типа «Корпус предохранительного клапана» [2], которая также, как и вышеописанная работа, показала преимущества использования аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами.

В тоже время у аддитивных технологий есть вопросы, которые в настоящее время не решены. Одним из таких вопросов является ограниченный набор материалов для печати, особенно это касается композиционных материалов с повышенными механическими характеристиками. В качестве таких материалов можно рассматривать угленаполненные композиты [3].

В настоящее время в ФГБОУ ВО «СамГТУ» реализуется проект по разработке и изготовлению отечественного материала для аддитивных технологий на основе угленаполненных композитов, уже закуплено соответствующее оборудование, разработан технологический процесс. Однако для реализации полноценного проекта необходима совместная кооперация с производственными предприятиями отрасли с материальной и идеологической поддержкой государства

Список литературы:

1. Артемов А.Л. Дядченко В.Ю., Лукьяшко А.В., Новиков А.Н., Попович А.А., Рудской А.И., Свечкин В.П., Скоромнов В.И., Смоленцев А.А., Соколов Б.А., Солнцев В.Л., Суфияров В.Ш., Шачнев С.Ю. Отработка конструктивных и технологических решений для изготовления опытных образцов внутренней оболочки камеры сгорания многофункционального жидкостного ракетного двигателя с использованием аддитивных технологий // Космическая техника и технологии. 2017, №1(16), С. – 50 – 62.

2. Ахмедов Н.А. 3D-технологии для получения изделий ракетно-космической техники Сб. тезисов докл. «Дни науки –2019. 74-я научно-техническая конференция обучающихся СамГТУ». — Т. 1. С. 188 – 189.

3. Kabir S.M.F., Mathur K., Seyam A.-F.M. A critical review on 3D printed continuous fiber-reinforced composites: History, mechanism, materials and properties // Composite Structures. 2020, Volume 232, P. 1 – 24.

Струйный метод получения проводящего рисунка печатной платы

Бараковский Ф.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.
МАИ, Москва
kholimion@gmail.com

Трудности, связанные с эксплуатацией полноразмерной гальванической линии для металлизации печатных плат (ПП), могут быть оправданы для крупносерийного производства, чего нельзя сказать о мелкосерийном. Однако в России основным типом производителей печатных плат на данный момент являются именно мелкосерийные заводы, а чаще – цеха в составе предприятий, в продукцию которых электронные узлы входят составной частью. Эти предприятия, как правило, не располагают достаточным бюджетом для покупки современной гальванической линии от производителя, что вынуждает их приобретать оборудование, уже бывшее в употреблении. Последнее приводит к ухудшению качества металлизации. Но от качества металлизации существенно зависит то, насколько надежным будет конечное изделие. Это побуждает искать новые, более совершенные решения.

В качестве альтернативы используемым сегодня методам металлизации в гальванической линии предлагается процесс струйной металлизации. В этом процессе, не предполагающем использования системы ванн, металлизируемый объект омывается непрерывным рециркулирующим потоком нужного раствора. Обработка заготовки в каждом растворе происходит поочередно в одной камере, из которой растворы немедленно стекают по трубам в соответствующие резервуары-накопители системы рециркуляции.

Можно ожидать, что такой метод даст целый ряд существенных преимуществ по сравнению с методами металлизации, основанными на применении многосекционных

гальванических линий. Струйный процесс рассчитан на проведение металлизации печатных плат в одном устройстве, поскольку так можно выполнять кондиционирование, промывку, активацию и все другие процессы, подразумевающие обработку заготовки в каком-либо растворе. Такая установка будет во всех отношениях более простой в эксплуатации, чем обычная гальваническая линия, а отсутствие значительного числа (не менее шести) крупногабаритных ванн позволит сократить объемы используемых растворов. Возможны реализация более удобного контроля состояния растворов и сокращение времени полного цикла металлизации.

Для подтверждения работоспособности предложенного метода проведен качественный эксперимент, в котором проверялось выполнение операции гальванического меднения, поскольку в ней наиболее полно задействуются все функции установки. По результатам эксперимента сделаны следующие выводы:

• Металлизация проводящего рисунка печатной платы предлагаемым методом возможна и происходит не менее эффективно, чем при металлизации печатных плат стандартными методами;

• Ток металлизации существенно зависит от площади поперечного сечения потока электролита;

• Металлизация дорожек печатной платы происходит при минимальных значениях силы тока, в первую очередь вследствие маленькой площади поверхности проводящих дорожек.

Преимущества метода обобщены на примере установки замкнутой системы струйной металлизации.

Финишное плазменное упрочнение режущего инструмента

Бирюков А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Жачкин С.Ю.
ВГТУ, Воронеж
alex19-95@mail.ru

В современном машиностроении актуальной задачей, особенно при высокопроизводительной обработке, является повышение стойкости режущего инструмента.

Недостаточная стойкость инструмента не позволяет полностью реализовать возможности современного металлорежущего оборудования и ведет к увеличению производственных затрат, что негативно влияет на экономическую эффективность предприятия.

1. Финишное плазменное упрочнение режущего инструмента.
2. Проблема стойкости и импортозамещения режущего инструмента в условиях предприятий России.
3. Разработка направлена на решение проблемы переточки и увеличения износостойкости инструмента в реалиях предприятия, без посредников и транспортировки инструмента на переточку. Технологию могут приобрести как отечественные предприятия, так и иностранные компании и производства.
4. Представленная технология позволяет при закупке нужного оборудования, покрытия, и несложного обучения персонала, реализовывать переточку инструмента непосредственно на предприятии, без необходимости обращения к посредникам и компаниям, предоставляющим услуги переточки режущего инструмента.
5. Аналогами данного метода являются несколько существующих и используемых технологий увеличения износостойкости режущего инструмента. Достоинства данного метода перед аналогами представлены в докладе.
6. Коммерциализация проекта уже началась, нашу научную методику приобрело предприятия г. Воронежа АО «РИФ». Акт о внедрении прилагается.
7. Участниками проекта являются преподаватели нашей кафедры, а также аспиранты и магистры, занимающиеся и глубоко изучающие данную проблему.
8. Мы находимся на стадии массового внедрения данной технологии на предприятия России. Дальнейшая реализация проекта заключается в улучшении методологии и создании новых покрытий, превосходящих существующие в упрочняющих свойствах и экономической составляющей.

Анализ возможности проектирования литейной оснастки для заготовительного этапа технологического процесса изготовления детали «Корпус подшипника»

Бирюков Р.Р.
Научный руководитель — к.т.н. Салина М.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
rusrb6@mail.ru

Поставленные цели и задачи по модернизации и адаптации маршрутной технологии детали "Корпус подшипника" возможно решить с помощью внедрения более современного оборудования, а именно инновационных станков, например, с числовым программным управлением, использование которые также ведет к сокращению время на обработку и изменению способа изготовления детали.

Деталь «Корпус подшипника» изготавливается из стали для отливок по более современной адаптационной литейной технологии, предназначенная для соединения, совмещения осей, валов, муфт и других деталей. Деталь «Корпус подшипника» изготавливается из Сталь обыкновенная, которая применяется в отливках 20Л. Такой материал используется в промышленности - арматура, фасонные отливки деталей общего машиностроения, шаботы, изготовляемые методом выплавляемых моделей, а также литьем, детали сварно-литых конструкций и другие детали, работающие при температуре от —40 до 450 °С.

Данная деталь, отливаемая способом литья, будет создаваться с наименьшими проблемами, так как получаемая форма не имеет выступов и характеризуется симметричностью. У литой детали толщину стенки необходимо назначать с учетом требуемой расчетной прочности, жидко-текучести металла и заполняемости формы. Любое увеличение толщины стенки деталей приводит к снижению или замедлению скорости затвердевания металла и неоднородности структуры, что ведет за собой брак и уменьшение прочности детали, к тому же толщина и форма стенок отливки обеспечивают спокойное заполнение формы сплавом. Отсюда и возникает выбор способа изготовления. Основные составляющие детали, это типовые конструктивные элементы: диаметральные и линейные размеры. Это способствует возможности применения стандартных измерительных и режущих инструментов.

«Корпус подшипника» при проектировании отливки к размерам детали, характеризующим толщину (длину) стенки, необходимо прибавить величину припуска. Величина припуска устанавливается в соответствии с ГОСТ 26645-85.

Для полного процесса технологического процесса литья детали «Корпус подшипника» необходимо спроектировать литниковую систему, рассчитать элементы питания, определить размеры шлакоуловителя, питателей и других систем питания, выбрать стержневую смесь и разработать стержневой ящик, определить выбивки, очистки и термообработки отливок, проанализировать технологичность конструкции детали.

В рамках специальной части проведено виртуальное исследование процесса заливки отливки «Корпуса подшипника» согласно разработанной технологии литья. Также разработана технология механической обработки детали.

Разработка технологии высокоинтенсивной ультразвуковой очистки полостей и каналов деталей ДЛА

Боровец А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Козинер Ю.Д.
МАИ, Москва
a-borovets@mail.ru

В работе рассмотрены методы высокоинтенсивной технологии ультразвуковой очистки криволинейных внутренних каналов и полостей деталей газотурбинных двигателей. Предложены конструкции ультразвуковых излучателей (на пьезокерамике) для ультразвуковой очистки рабочих лопаток и лопаток ВНА (входного направляющего аппарата). Проведены эксперименты по ультразвуковой очистке вышеназванных деталей и определенны рациональные режимы обработки. По результатам экспериментов выбраны состав поверхностно активных жидкостей, применяемых для очистки внутренних каналов деталей. Спроектирована и изготовлена установка, а также специальные приспособления, позволяющие производить высокоинтенсивную очистку деталей газотурбинных двигателей в автоматизированном режиме. Проведена автоматизация процесса очистки (на экспериментальной установке), которая позволила снизить трудоемкость процесса очистки и уменьшить время обработки. В коде ISO-7bit были разработаны управляющие программы для высокоинтенсивной ультразвуковой очистки детали газотурбинного двигателя с различной конфигурацией. Результаты исследований были применены на рабочих деталях двигателя, имеющих различную степень загрязнения внутренних каналов. Количественная оценка загрязнения внутренних каналов проводилась весовым методом на высокоточных весах, для качественной оценки загрязнений использовался электронный микроскоп. Разработанная технология очистки показала достаточно высокую эффективность по сравнению с традиционным способом очистки деталей на авиационном предприятии.

Численное моделирование статического нагружения детали «Фланец», полученной по технологии 3D-печати SLS

Бортников А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Петров М.А.
Московский политех, Москва
ghostmiter09@gmail.com

Аддитивные технологии – это процесс послойного выращивания объектов на основе исходных данных, представленных в виде 3D моделей. В данной работе будет рассматриваться технология SLS (SelectiveLaserSintering или Селективное Лазерное Спекание), которая применяется в случае неметаллических материалов (полимеры, керамики и др.). Результатом 3D-печати по этой технологии получается ударопрочный, износостойкий образец, обладающий изотропными свойствами, стойкостью к различным химическим и высокотемпературным воздействиям [1]. Данная технология используется в различных отраслях, таких как: авиастроение, машиностроение, автомобилестроение и другие [2].

Основные преимущества данной технологии заключаются в следующем:

1. Отсутствие необходимости построения поддержек;
2. В следствии неполного расплавления неметаллического порошка процесс протекает быстрее, чем для процессов, в которых применяются металлические порошки (SLM/EBM/DMLS);
3. Возможность создания нескольких изделий и печати изделий крупных размеров;
4. Улучшение механических характеристик получаемых прототипов.

Изучение влияния параметров процесса

При работе с 3D-принтером, работающим по рассматриваемой технологии необходимо знать влияние каждого из параметров. Основными параметрами являются: энергетическая

плотность, ориентация объекта в рабочей камере, температура области подачи материала, температура области печати, толщина слоя, расстояние между линиями сканирования, состав материала и тип материала [3–5]. Например, в качестве исследуемых параметров в работе [4] были выбраны три параметра, а именно: мощность лазера, расстояние между линиями сканирования, а также ориентация 3D-модели в рабочей области принтера. Исследования выполнялись для полимерного порошка полиамид 12 (PA12 или нейлон). Его основными преимуществами являются высокая прочность, химическая стойкость [3, 4]. Все образцы были напечатаны на машине «DTMsinterstation 2500 plus».3D-модели тестовых образцов были выполнены по стандарту ASTMD638-00 и имели следующие размеры: расчетная длина – 70 мм, ширина – 13 мм, толщина – 3 мм. Для исследования влияния расположения объектов на печатной области принтера было решено напечатать две партии образцов. В первой партии все образцы печатались под углом 0°. Во второй: образцы печатались под углом 90°. Также, было произведено разделение по мощности лазера и по расстояниям между линиями сканирования. В общем итоге было распечатано 49 образцов под углом 0° и 49 образцов под углом 90°. Было установлено, что образцы, напечатанные под углом 90°, имели более близкие значения от номинальной длины образца. Также, образцы подверглись усадке, вызванную снижением температуры в камере принтера по окончанию процесса. Плотность материала повышается при повышении мощности лазера, образцы, напечатанные под 0°, имели наибольшую плотность по сравнению с образцами, напечатанными под углом 90°. При повышении мощности лазера также улучшаются механические свойства образцов. Так, например, для образцов первой партии была характерна повышенная жёсткость. Образцы обеих партий имели одинаковые значения на разрыв. Образцы первой партии обладали лучшими свойствами прочности на излом, по сравнению с образцами второй партии.

Изготовление прототипа и численное моделирование.

Исходя из проведённого литературного обзора и на основании собственных испытаний на одноосное растяжение было предположено, что при 3D-печати детали «Фланец» наиболее высокое значение жёсткости полок в области крепления оси можно получить при максимальной мощности лазера (30 Вт) и ориентации 0°. В качестве материала детали применялся полиамид 12, печать велась на 3D-принтереXYZprintingMfgPro230xS. При моделировании нагружения прикладывалась сжимающая нагрузка на полки «Фланца» в направлении снаружи – к центру и определялась максимальная сила до разрушения для трёх значений относительной пористости (0,3; 0,5 и 1). Численное моделирование статического нагружения проводилось в программах Т-Флекс и Инвентор для области упругой деформации детали. Также было проведено моделирование в программе QForm 9 для области пластической деформации с целью уточнения характера течения материала при превышении предела текучести и до разрушения.

Список литературы:

1. https://3dlbl.ru/stati/poroshkovaya-3d-pechat-osobennosti-tekhnologii/ (дата обращения: 21.02.2020).

2. https://getfab.ru/post/45976/(дата обращения: 21.02.2020).

3. Ю.Ф. Шутилин, М.С. Щербакова, В.В. Хрипушин, И.А. Борисова, Изучение характеристик порошков полимеров для 3D печати, Вестник ВГУИТ, 2017, №4 (74), стр. 157 – 164.

4. B. Caulfield, P.E. McHugh, S. Lohfeld, Dependence of mechanical properties of polyamide components on build parameters in the SLS process, Journal of Materials Processing Technology, Volume 182, Issues 1–3, 2007, pp. 477 – 488.

5. А.Е. Сорокин, М.М. Платонов, С.А. Ларионов, Селективное лазерное сплавление полимерных композиций на основе полиамида 12, Труды ВИАМ. 2017. №9 (57), стр. 35 – 44.

Особенности разработки технологического процесса изготовления деталей типа «вал-шестерня» в условиях использования одновременно методов обработки металлов давлением и современного оборудования

Бочкарев М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Салина М.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
maxim280998@mail.ru

На сегодняшний день область машиностроительных производств стремительно развивается, разрабатываются новые технологии и оснащение.

Однако, многие изобретенные несколько десятилетий назад машины и механизмы используются и по сей день. К ним относятся оборудование для обработки металлов давлением: прессы, молоты, ковочные машины, штампы.

Применение процессов обработки металлов давлением (ОМД) в технологическом процессе позволяет ускорить процесс изготовления детали, путем приближения формы и размеров заготовки близким к детали.

Однако это целесообразно в крупносерийном и массовом производстве, так как разработка и изготовление оснастки дорогостоящий и сложны процесс.

Применение станков с числовым программным управлением (ЧПУ) так же способствуют ускорению процесса изготовления. При массовом производстве станки с ЧПУ имеют максимальную эффективность, так как не требуют переналадки и постоянно находятся в работе.

Деталь «Вал-шестерня» изготавливается из материала Сталь 40Х. Эта сталь получила широкое применение по той причине, что из нее можно изготавливать оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, губчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Деталь представляет собой вал с шестерней изготовленными за одно (без операций сборки). На противоположном шестерне торце имеются шлицевые пазы D-6x23x28h6x6f9. Параметры шестерни: модуль(m)=2, число зубьев(z)=35, делительный диаметр(d)=70 мм. Геометрические параметры детали: максимальная длина=145 мм, максимальный диаметр=74 мм.

Разработка технологического процесса обработки детали проходит с помощью современных САПР, что так же позволяет ускорить процесс разработки и снизить затраты времени от начала проектирования до конечного результата - готовой детали.

Первым этапом в разработке технологического процесса был выбор заготовки. Заготовительное производство является неотъемлемой начальной фазой любого машиностроительного производства, образуя первый технологический передел.

Виды заготовок:

1. Получаемые литьем (отливки).
2. Получаемые обработкой давлением (кованные и штампованные заготовки).
3. Заготовки из проката.
4. Сварные и комбинированные заготовки.
5. Получаемые методами порошковой металлургии и др.

В качестве метода получения заготовки была выбрана объемная штамповка. Произведен предварительный расчет размеров поковки.

Второй этап: Разработка операционного маршрута обработки, который включает в себя перечень операций необходимых для получения готовой детали от заготовки, а также выбор оборудования для осуществления выбранных операций.

Третий этап – размерный анализ. С помощью размерного анализа рассчитываются все припуски, снимаемые на операциях технологического процесса, допуски на размеры и, соответственно, сами размеры после каждой операции.

Четвертый этап – выбор технологического оборудования.

Выбор технологического оборудования (станков) определяется:

• Методом обработки;

• Точностью и качеством обрабатываемой поверхности;

• Габаритными размерами заготовок, размерами обработки и массой заготовок;

• Мощностью, потребной на резание;

• Экономически целесообразной производительностью и себестоимостью в соответствии с типом производства;

• Возможностью уборки отходов и соблюдения правил экологии;

• Возможностью приобретения и стоимостью станка;

• Удобством и безопасностью работы.

Ориентируясь на габариты детали и мощность, потребной на резание, выбираем токарный станок с ЧПУ.

Пятый этап – расчет режимов резания.

На этом этапе рассчитывается основное время, затрачиваемое на каждую операцию техпроцесса.

За счет использования методов ОМД получается значительно сократить время изготовления заготовок, повысить КИМ и максимально приблизить размеры полуфабриката к готовым размерам, что понижает время на снятие металла с поверхности детали, экономии расходных материалов и инструментов, СОЖ.

Станки с ЧПУ повышают производительность, снижают риск случайного брака.

Таким образом, технологический процесс, включающий в себя вышеперечисленные методы средства достижения высокой скорости производства деталей, в значительной степени влияет на стоимость готовой продукции, не уступает аналоговым технологическим процессам в точности и качестве изделий, понижает финансовые и энергозатраты, а также сроки изготовления.

Применение лазерной резки при восстановлении и изготовлении резьбонарезных плашек

Васильев И.С., Орлова М.С., Разумова Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
vs.60@list.ru

Плашка – это инструмент для нарезания резьбы из закаленной стали с режущими витками, параметры которых соответствуют заданным параметрам резьбы. Изготовление плашек производится из легированной инструментальной стали (9ХС, ХВСГФ), быстрорежущей стали (Р18, Р6М5, Р6М5К5, Р6М5К8), а также из твердых сплавов. Плашки могут быть метрическими, трубными, коническими, дюймовыми, левыми. Тип плашки зависит от того, где будет применятся получаемая от данной плашки резьба.

Основным параметром, характеризующим работоспособность плашки, является её передний угол. При изготовлении на заводе-изготовителе передний угол образуется в результате сверления стружечных и выбирается в зависимости от обрабатываемого материала; 6 градусов для чугуна, 10-12 градусов для стали с пределом прочности ≥500МПа, 15-20 градусов для стали с пределом прочности <500МПа, 25 градусов для легких сплавов.

При помощи цельных плашек получается высококачественная резьба, но они имеют два существенных недостатка – небольшая износостойкость и дороговизна восстановления. При нарезании резьбы на деталях из конструкционной легированной стали с пределом прочности 670-750 МПа со скоростями резания, соответствующими табличным данным, стойкость круглых плашек составляет порядка 90 минут.

Заводом-изготовителем плашка затачивается по передней и задней скоростям. За критерий износа плашки принимается износ по передней поверхности. Следовательно, для восстановления изношенной плашки необходима заточка по передней поверхности. Для восстановления плашки предлагается применение установки для лазерной резки.

Восстановление производится путем изменения формы стружкоотводных отверстий и, соответственно, «обновления» режущей кромки за счет снятия изношенного верхнего слоя передней поверхности. Данный способ позволяет увеличить продолжительность жизни плашки, а также расширить область применения установки для лазерной резки.

Влияние многократного использования титанового порошка в процессе СЭЛС на его микроструктуру и свойства

Виноградов В.А., Басков Ф.А.
Научный руководитель — к.т.н. Сентюрина Ж.А.
НИТУ МИСиС, Москва
vvasilij701@gmail.com

На сегодняшний день в современной промышленности аддитивные технологии (АТ) являются неотъемлемой частью для множества сфер. Наиболее широкое распространение АТ получили в авиационной и ракетно-космической технике, при этом одним из самых востребованных и перспективных материалов является титан и сплавы на его основе. Это обусловлено высокими удельными характеристиками, прочностью и долговечностью титана, а также высокой устойчивостью к коррозии, повышенным температурам и влажности. Однако одной из основных проблем использования порошка в процессах АТ является постепенное загрязнение материалов, которое отрицательное влияет на микроструктуру и механические свойства получаемых деталей. В связи с чем, целью данной работы является исследование микроструктур и свойств трёх титановых порошков сплава ВТ6, использующихся в процессе селективного электронно-лучевого сплавления (СЭЛС) несколько раз. Для более точного анализа брались замеры порошков, применявшихся в процессе 2, 4 и 14 раз соответственно.

В качестве исходного материала для исследования использовался порошок фракции 40-100 мкм, который получен методом плазменного центробежного распыления (ПЦР) на предприятии АО «Композит». Данный метод позволяет более эффективно получать порошки необходимых характеристик: высокой сферичностью, отсутствием внутренних (газовые поры) и внешних (сателлиты) дефектов в порошке, а также отсутствием объемной ликвации.

В ходе работы проводились исследования гранулометрического состава на приборе «Analysette 22 MicroTec plus» в ходе которого выявлено понижение процентного содержания рабочей фракции порошка и увеличение среднего размера частиц с 83,6 до 88,5 мкм. Морфологии порошков исследовались методом сканирующей электронной микроскопии на электронном микроскопе JSM-6000 PLUS, исходя из результатов, следует отметить, что множество частиц теряют сферичность и приобретают осколочную форму, а также присутствуют сателлиты. Для оценки структур подготавливались шлифы залитых в эпоксидную смолу порошков, в ходе исследования шлифов на оптическом микроскопе Axio Vert.A1 выявлено, что структура всех порошков осталась неизменной и относится к пластичному типу. Также стоит отметить ухудшение технологических свойств, в особенности сильное увеличение текучести с 24,7 до 26,2 с.

Исходя из всего выше сказанного, можно отметить, что использование порошков в процессе СЭСЛ никак не влияет на их структуры, но загрязнение, проявляющееся с повышением числа использований порошков, приводит к появлению внешних дефектов, что в свою очередь негативно сказывается на технологических свойствах исследуемых порошков титанового сплава ВТ6.

Технологическое обеспечение качества отделочной роботизированной обработки агрегатов и узлов авиационной техники

Власов А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Вартанов М.В.
Московский Политех, Москва
barclaus2@yahoo.com

В условиях мелкосерийного производства с большой номенклатурой изделий слесарные и отделочные операции в большинстве случаев выполняются вручную. При производстве гидроагрегатов весь объем операций по снятию заусенцев, полировке, зачистке и доводке выполняется вручную, это создаёт ряд проблем: 1) высокая трудоёмкость операции, 2) низкая производительность, 3) требуется высококвалифицированный персонал, 4) негативное влияние такой работы на организм рабочего, и целый ряд организационных проблем, связанных с потребностями человека как в социальном плане, так и в плане оплаты труда.

Технологические возможности роботов очень хорошо подходят для отделочных операций, где силы резания не очень высокие. Роботы не только позволяют снизить трудоёмкость, но и способны обеспечить повышение производительности и качества обработки. Универсальность роботов связана с двумя факторами: большей гибкостью в сравнении со станками с ЧПУ и более высокой надежностью, а также производственные простои роботизированных комплексов ниже.

Роботы имеют ряд технологических преимуществ в сравнении со станками с ЧПУ:

- Более низкая стоимость в сравнении со станками с ЧПУ;
- Более низкие эксплуатационные затраты;
- Большие кинематические возможности;
- Скорость перемещений;
- Большие возможности переналадки, что делает возможным применение роботов в многономенклатурном производстве.

Известен также ряд технологических недостатков роботов:

- Недостаточная жесткость;
- Недостаточная точность позиционирования.

Предмет исследования: технологический процесс роботизированной отделочной обработки.

Объект исследования: Детали авиационной техники (на примере детали взлётно-посадочного узла вертолёта – барабана камерного колеса). Требования к величине шероховатости Ra 1,6, соответствуют 6 классу шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73.

Колесо после разборки требует восстановления, для этого используется дробь из нержавеющей стали, диаметр частиц 0,2 мм. Такая обработка позволяет получить величину показателя Ra = 6,3 мкм, данный параметр является окончательным для большей части поверхностей колеса, и они не требуют дальнейшей обработки, но шероховатость поверхностей, к которым прилегает камера колеса должна иметь параметр шероховатости Ra = 1,6 мкм. Для этих целей на предприятии используется ручная зачистная операция с помощью пневмо-машинок.

В рамках исследования предлагается возложить выполнение данной операции на робота. Здесь можно выделить два основных способа реализации: 1) когда деталь закреплена на роботе; 2) инструмент установлен в схвате робота, а деталь установлена на столе. Учитывая габариты, вес и конструкцию барабана, целесообразно его разместить на столе, а обработку вести инструментом, закреплённым вместе со шпинделем на роботе, что также обеспечит более высокую точность позиционирования, за счёт меньшей нагрузки на «руку» робота и более высокого качества обработки.

Для исследования возможности роботизации данной операции используется робот фирмы ABB IRB-140. Это небольшой универсальный робот, имеющий грузоподъёмность до 6 кг. Точность позиционирования такого робота составляет ±0,03 мм. Радиус активного действия 810 мм.

В процессе исследования контролируется влияние различных режимов резания на силы, возникающие в процессе обработки. Для этого используется силомоментный датчик, установленный вместе с инструментом на руке робота. Цель данных исследований: установление оптимальных режимов резания, обеспечивающих минимальные силы резания и стабильное достижение требуемых параметров качества.

Применение аддитивных технологий термостойких пластиков для изготовления крепежных элементов ГТД

Воронов В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Семенов А.Н.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
voronov_vladislav@icloud.com

Уменьшение веса двигателя, а в дальнейшем и всего летательного аппарата (ЛА) обеспечивает прямое влияние на его эксплуатационные показатели, такие как дальность полёта, полезную нагрузку, расход топлива и множество других взаимосвязанных факторов, зависящих от массы. В настоящее время активно развиваются аддитивные технологии (АТ), позволяющие изготавливать сложные изделия, которые до настоящего времени было невозможно получить традиционным методом. Исследование по уменьшению массогабаритных характеристик крепежных элементов ГТД на основе АТ является актуальной задачей исследования [1].

Стоит отметить, что в авиационной и аэрокосмической отрасли все больше находят применение аддитивные технологии термостойких пластиков. Наиболее подходящими для таких целей являются пластики типа PPSF и линейки пластиков ULTEM, PEEK.

Примеры практического использования подобных пластиков охватывают как изготовление отдельных деталей модельных ЛА, так и полнофункциональные детали для полноразмерных ЛА.

К примеру, в университете Аризоны при помощи компании Stratasys Direct Manufactturing смоделировали, изготовили и успешно испытали модель небольшой ракеты. Основные конструктивные элементы были изготовлены из пластика ULTEM 9085 методом экструзии полимерных нитей (Fused Deposition Modeling (FDM)).

Также компания Stratasys Direct Manufactturin специально для ракеты Atlas V изготовила несколько основных деталей (опоры, сопла и элементы трубопроводной системы) из пластика ULTREM 9085, оптимизированного для использования в аэрокосмической промышленности [2].

Ещё одним успешным примером применения аддитивных технологий термостойких пластиков является проект беспилотного летательного аппарата Aurora, планер которого был полностью изготовлен с применением АТ.

Преимуществом применения АТ термостойких пластиков методом экструзии полимерных нитей являются традиционным для технологии FDM в целом, но с особенностями, обусловленными высокими эксплуатационными характеристиками термостойких пластиков:

• Повышенная гибкость проектирования;

• Сокращение сроков изготовления функциональных прототипов, переход к прямому цифровому производству;

• Снижение массы деталей до 50% за счет применения топологической оптимизации и меньшей плотности по сравнению с металлом.

Использование АТ термостойких пластиком можно на второстепенных крепежных элементах, за счет большого количества, можно будет добиться существенного снижения массы их по сравнению с металлическими элементами.

Список литературы:

1. Инновации в ракетостроении при помощи 3D-печати [Электронный ресурс]. — https://www.stratasysdirect.com/blog/high-power-rocketry-using-3d-printing (дата обращения 4.02.2020).

2. Материалы, готовые для космоса [Электронный ресурс]. — http://blog.stratasys.com/2016/03/23/atlas-rocket-3d-printed-parts/ (дата обращения 4.02.2020)

Лазерная сварка алюминия и титана с применением ультразвукового воздействия

Вулпе М.Н., Данилов А.Е., Морозов В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
god.fd@list.ru

Легковесные металлы, такие как алюминий и титан, широко применяются в различных областях, наиболее широко - в авиакосмической промышленности. Их сварка – далеко не тривиальная задача, поскольку металлы имеют различные структуру и термические свойства (коэффициенты линейного расширения, температура плавления, теплопроводность). Помимо этого, на границе соединения неизбежно образуются хрупкие интерметаллидные соединения, значительно ухудшающие механические свойства шва.

Для соединения двух разнородных металлов применяется множество методов и видов сварок. Наиболее распространенная сварка плавлением обладает рядом проблем, из-за которых её применение кажется трудным и нецелесообразным: металлы имеют различную температуру плавления, перемешивание металлов ведет к образованию хрупких интерметаллидов и образованию пор. Лазерная сварка может свести к минимуму либо исключить некоторые недостатки сварки плавлением: она обладает возможностью регулирования тепловложения, плавит меньший объем металла, получается меньшая ЗТВ; также лазерная сварка обладает высокой точностью и повторяемостью.

При лазерной сварке титана и алюминия с отступом луча от места стыка, лазерный луч в основном направляют на титан. Это обусловлено тем, что при направлении на алюминий в сварном шве образуются поры, что ухудшает механические свойства шва. Причина появления пор – высокая скорость кристаллизации, при которой из расплавленного металла успевают выйти не все пузырьки газа. Во всех видах сварок алюминий крайне подвержен к появлению пористости. Для устранения этой проблемы предлагается воздействовать на сварочную ванну ультразвуковыми колебаниями, которые создаются сонотродами. Таким образом можно устранить порообразование, а также появляется возможность направлять лазерный луч и на сторону алюминия.

В работе [1] исследуется влияние ультразвуковых колебаний на устранение пористости в процессе сварки в алюминиевых сплавах. Было отмечено, что при увеличении мощности ультразвука количество пор уменьшается, а также их дислокация стремится к центру. Уменьшение пористости шва вызывается эффектом кавитации. Однако при дальнейшем увеличении мощности пористость начинает расти. Это вызвано тем, что пузырьки воздуха, которых становится ещё больше, не успевают выйти из ванны расплав, процесс дегазации не происходит, формируются поры. Также указано повышение механических свойств сварного шва (прочность на разрыв, твердость, равномерность структуры) при введении в него ультразвуковых колебаний.

В работе [2] рассматривают влияние ультразвука на процесс TIG. В сварке без ультразвука было замечено образование пор. Применяя ультразвук, количество пор удалось снизить. При высокой мощности ультразвука количество пор немного увеличилось. Также улучшились механические свойства. Авторы отмечают, что при оптимальном режиме (при правильно подобранном сварочном токе и мощности ультразвука), можно добиться исключения пор.

В патенте [3] предлагается использовать горелки (перед лазерным лучом и после него) для поддержания ванны расплава в жидком состоянии в течение более длительного времени, в следствие чего процесс дегазации будет длиться в течение большего времени.

Таким образом, введение ультразвуковых колебаний в процесс лазерной сварки алюминия и титана может способствовать устранению пористости, а также улучшению механических свойств. Для усиления эффекта кавитации предлагается поддерживать ванну расплава в жидкой фазе в течение большего времени для разбивания интерметаллидных включений, а также для выведения пузырьков газа. Однако стоит увеличивать тепловложение умеренно, так как большое тепловложение может привести к охрупчиванию соединения.

Список литературы:
1. Jia Liu, Hongyin Zhu, Zhong Li, Wenfu Cui, Yan Shi. Effect of ultrasonic power on porosity, microstructure, mechanical properties of the aluminum alloy joint by ultrasonic assisted laser-MIG hybrid welding // Optics and Laser Technology 119 (2019) 105619.
2. Fangzhou Yang, Jie Zhou, Rongrong Ding. Ultrasonic vibration assisted tungsten inert gas welding of dissimilar magnesium alloys // Journal of Materials Science & Technology 34 (2018) 2240–2245.
3. Патент РФ № 2 697 685, 25.05.2018. Способ гибридной лазерно-дуговой сварки труб большого диаметра с ультразвуковой обработкой // Патент России № 2018119356, 16.08.2019 Бюл. № 23 / Романцов А.И., Федоров М.А., Черняев А.А., Котлов А.О., Булыгин А.А.

Аддитивные технологии в машиностроении

Габидуллин Р.Р.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Курынцев С.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
gabidullinranil@gmail.com

Все время люди стремились к совершенству, и это стремление касалось всего, что окружало человека. Люди модифицировали все чем пользовались, для того чтобы облегчить свою жизнь, кроме того модификации позволяли сэкономить расходный материал, бюджет, а в первую очередь время. Новые технологии давали людям новые возможности, в быту, в машиностроении, в медицине, и во всех сферах промышленности.

Материал в промышленности является основой всего производства, так как из него в будущем будет изготавливаться деталь или изделие. Кроме того, важную роль играет технология обработки материала, поэтому от выбора технологии обработки зависит сколько человеческой или машинной работы будет проведено, сколько материала будет израсходовано, сколько времени пройдет от поступления материала на обработку, до получения готового изделия или детали. Поэтому вводятся более эффективные методы обработки материала. На сегодняшний день в промышленности широко используется так называемые технологии вычитания, к таким технологиям относятся: литье, штамповка, резка и т.д. Но в последнее десятилетие стремительно развиваются технологии сложения или наложения, по-другому их называют аддитивными технологиями. В отличие от технологий вычитая эти технологии построены на добавление расходного материала, то есть в результате послойного добавления можно получить деталь, которая ничем не отличается от детали, полученной тем же литьем или фрезеровкой. Аддитивные технологии помогают изготовить изделие сложной формы, сэкономить материал и время. Эта технология заключается в послойном выращивание или наложение различных материалов (порошковых металлов, порошковых пластиков, жидкостей, композитов и др.). Уже сегодня аддитивное производство перестает быть зарождающейся, а становится промышленной инновацией. Кроме материала и времени, данная модификация дает возможность удовлетворять желания индивидуальных потребителей (кастомизация), позволяет производить в малой площади, сокращает производственный цикл, позволяет полностью автоматизировать процесс.

Таким образом, данной технологии можно дать общее определение. Аддитивное технология – это общее имя целого семейства технологий, которые используются для послойного изготовления изделий, используя данные компьютерного автоматизированного проектирования.

Широкое распространение цифровых технологий в области проектирования (CAD), моделирования и расчетов (CAE) и механообработки (CAM) помогло реализовать потенциал аддитивных технологий. Упрощенный процесс, протекающий в данной технологии, можно описать тремя шагами: 1. Дизайн, 2. Процесс, 3. Деталь.

В мировой промышленности, как и в машиностроение, аддитивные технологии подразделяют на:

• По рабочему материалу (жидкообразный, сыпучий, полимерный, и т.д.);

• По наличию или отсутствию лазера;

• По методам источника энергии для фиксации слоя построения (с помощью теплового воздействия, облучения ультрафиолетовым или видимым светом, и т.д.);

• По методам формирования слоя (bed deposition и direct deposition).

Технология bed deposition осуществляется при помощи многих вспомогательных механизмов, сначала в платформу подачи поступает рабочий материал, после при помощи ролика материал ровным слоем определенной толщины попадает в платформу построения, где и происходит дальнейшее построение. В отличие от bed deposition в технологии direct deposition рабочий материал подается прямо на площадь воздействия энергии. Кроме того, в первой технологии воздействие на материал происходит селективно, то есть выборочно, поэтому часть используемого материала остается не тронутой, а в технологии direct deposition воздействии энергии идет по всей площади, что позволяет сделать изделие с более высокими механическими показателями

Таким образом, аддитивные технологии стремительно развиваются и вскоре полностью заменят все традиционные способы обработки материала, так как данные технологии эффективны как технологически, так и экономически, они очень удобны для современной промышленности, которая состоит из техники и экономики.

Список литературы:

1. Аддитивные технологии в машиностроении М.А. Зленко, А.А. Попович, И.Н. Мутылина учебное пособие. 2013. С. 4-35.

2. Перспективы развития аддитивного производства в российской промышленности Смирнов, В.В., Барзали В.В., Ладнов П.В Опыт ФГБОУ УГАТУ. Новости материаловедения. Наука и техника. 2015. С. 23-27

3. Аддитивные технологии третья индустриальная революция. Курынцев С.В., Нагулин К.Ю., Горунов А.И. Наукоемкие технологии в машиностроении. 2016. С. 39-44.

4. The influence of pre-heat treatment on laser welding of T- joints of workpieces made of selective laser melting steel and cold rolled stainless steel Kuryntsev S.V. Optics & Laser Technology. 2018. С. 59-66.

5. Лазерная сварка листовых элементов конструкций с деталями, полученными аддитивной технологией выращивания Курынцев С.В., Морушкин А.Е., Гильмутдинов А.Х., Шиганов И.Н. Сварочное производство. 2018. С. 10-13.

Изучение особенностей технологии изготовления детали «Колесо зубчатое»

Гатин И.И.
Научный руководитель — к.т.н. Салина М.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
mega.gatin@inbox.ru

Главной задачей машиностроения является создание и внедрение новых высокопроизводительных, экономичных и надежных машин, построенных на реализации новых подходов в технологии машиностроения.

Деталь «Колесо зубчатое» – цилиндрического типа, и применяется для передачи вращательного движения между валами. Область применения зубчатого колеса со степенью точности 8–В передачи общего назначения, наиболее распространенные в машиностроении. Работа ведется при незначительных нагрузках, к таким передачам не предъявляются повышенные эксплуатационные требования. Их можно использовать, например, в редукторах общего назначения.

При серийном производстве заготовки зубчатых колес получают штамповкой в закрепленных штампах (чаще открытых с облоем). Штампуют заготовки с перемычкой во внутреннем отверстии, которая затем вырубается на прессах.

Основные составляющие детали - это типовые конструктивные элементы: диаметральные и линейные размеры, что способствует использованию стандартных измерительных и режущих инструментов.

«Колесо зубчатое» имеет точность и шероховатость, которые можно получить унифицированным инструментом при типовом технологическом процессе. Заданные конструктором квалитеты достигаются в результате чистовой обработки. Опираясь на эти данные разрабатывается план обработки, рассчитываются размерные технологические цепи и принимается решение о способе обработки на том или ином этапе и из какого материала должен быть изготовлен каждый режущий инструмент.

Для разработки технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое» необходимо проработать следующие вопросы: выбрать требуемое для проведения процесса оборудование и оснащение, предварительно рассчитать режимы резания для каждого вида операций и сформировть комплект технологической документации на изготовление детали, изучить химические характеристики используемой стали, определить основные габариты исходной заготовки, рассчитать усилие, разработать чертеж поковки, определить основные условия для нагрева заготовки под штамповку и произвести выбор печи печь, и наконец, на основе САПР спроектировать штамповую оснастку с обоснованием её устройства.

Моделирование напряженного состояния при сжатии ячеистой структуры из титанового сплава

Грехов С.К.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Логинов Ю.Н.
УрФУ им. Б. Н. Ельцина, Екатеринбург
g.svyat@yandex.ru

Введение. Поведение пористых материалов при пластической деформации отличается от поведения компактных материалов, поскольку появляется дополнительная степень свободы для перемещения частиц во внутрипоровое пространство [1]. В этом случае не действует условие несжимаемости, постоянно применяющееся в решении задач формоизменения компактных сред. Необходимость решения таких задач ещё более актуализировалась после начала внедрения аддитивных технологий 3D печати [2]. Появилась возможность создавать конструкции, не только пористого, но и ячеистого строения с очень малой относительной плотностью [3]. Наравне с проверочными расчетами работоспособности конструкций существует необходимость базовой проверки упругих и пластических свойств ячеистого материала в опыте на сжатие. Условия этого опыта в настоящее время стандартизованы (стандарт ISO 13314-2011) и обсуждены в работе [4]. Целью работы является моделирование напряженного состояния при сжатии ячеистой структуры из титанового сплава.

Метод расчета. Для симуляции этого вида испытаний применили программный комплекс ABAQUS, реализующий метод конечных элементов. Деформируемый материал обладает свойствами титанового сплава Ti-6Al-4V, часто используемого в медицине наравне с чистым титаном. В работе рассматривается плоское деформированное состояние.

Моделированию подвергли ячеистую среду, имеющие в поперечном сечении регулярные макропоры в виде эллипса. Эти фигура являются неравноосной, поэтому в целом материал наделяется свойством анизотропии. Это свойство позволяет, в частности, поворачивая изделие из такого материала на 90о получать иные упругие характеристики [5]. Эллипс – это замкнутая плоская кривая, частный случай овала, у которого имеется 4 вершины в точках экстремума. Центральная ось, проведённая по двум противоположным точкам экстремума, содержит две точки фокуса, равноудалённые от вершин. Сумма расстояний от фокусов до любой точки на кривой эллипса – постоянная величина, которая равна длине центральной оси.

В расчетах использовали ячейки с ранжируемыми размерами. Размеры здесь условны, важны соотношения между геометрическими параметрами. Для выполнения расчетов создана элементарная площадь в виде квадрата размером 10 х 10 мм с вырезкой 1/4 стороны фигуры.

Результаты расчета. В результате расчета получено распределение компонентов вектора перемещений, тензора напряжений, тензора деформаций и их инвариантов.

В качестве примера рассматривалось распределение эквивалентных напряжений по Мизесу. Обнаружено, что напряжения локализованы вблизи вертикальных перемычек между

ячейками. Это можно объяснить наименьшим сечением в этом месте, через которое передается нагрузка. Известность текущей нагрузки на материал и перемещения внешней границы позволила оценить значение аналога модуля упругости: quasi-elastic gradient в терминах стандарта ISO 13314-2011. Этот термин вводится для обозначения градиента напряжений для прямой линии, проведенной в области линейной зависимости в начале кривой, характеризующей напряженно-деформированное состояние в опыте на сжатие. Дополнительную информацию в расчетах можно определить, используя другой показатель свойства упругости: elastic gradient, который не совпадает с понятием модуля упругости.

Список литературы:

1. Логинов Ю.Н. Развитие методов математического моделирования пластической деформации металлических пористых сред. Научно-технические ведомости СПбГТУ. 2005. № 2 (40). С. 64-70.

2. Логинов Ю.Н., Степанов С.И., Юдин А.В., Третьяков Е.В. Соотношения механических свойств и плотности для титана, полученного аддитивным методом. Цветные металлы. 2018. № 5. С. 51-55.

3. Грехов С.К. Анализ нагружения ячеистой структуры. Сборник материалов и докладов XIX Международной научно-технической Уральской школы-семинара металловедов — молодых ученых. Екатеринбург: 2018. С. 545-547.

4. Логинов Ю.Н., Попов А.А., Степанов С.И., Ковалев Е.Ю. Испытание на осадку пористого имплантата, полученного аддитивным методом из титанового сплава. Титан. 2017. № 2 (55). С. 16-20.

5. Loginov Y.N., Stepanov S.I., Grekhov S.K. Properties anisotropy of additive manufactured high-porous titanium alloy with non-equiaxial cellular structure. Materials Science Forum. 2019. V. 946. P. 984-989.

Контроль глубины цементации цилиндрических деталей с использованием резцов из синтетических сверхтвёрдых материалов

Гусев И.Н., Тимофеев В.О.
Научный руководитель — Фурсов А.А.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
ford1102@yandex.ru

Цементация является распространенным методом поверхностного химико-термического упрочнения, при котором достигается на рабочих поверхностях твердость 58-62 HRC глубиной 0,5-15 мм и вязкая прочная сердцевина с твердостью 32-42 HRC.

Если контроль твердости поверхности и сердцевины прост, то величина глубины цементации имеет определенные сложности. В производстве наиболее распространенным способом служит метод косых шлицов, который требует использовать электрофизическое оборудование и обладает большой трудоемкостью.

Предлагаем для определения глубины цементации использовать точение цилиндрических образцов резцами из синтетического сверхтвердого материала (композит 01, Эльбор – Р). Этот материал имеет высокие механические свойства и инертен к сплавам на основе железа. Резание сталей типа 12Х2Н4А, 18Х2Н4ВА и др. могут производиться с режимами: V = 100 – 200 м/мин, S = 0,05 – 0,10 мм/об, t = 0,1 – 0,3 мм. Резцы изготавливаются в виде кристаллов, которые впаиваются в цилиндрическую державку (вставка) с параметрами d × l = 8 × 15 мм. Геометрия заточки вставки φ= 45°, φ_1=15°, γ=-10°, α=α_1=12°, r=0,2 мм. Вставка закрепляется в резцовой державке с поперечным сечением 30×25 мм.

Методика выполнения работы по определению глубины цементированного слоя сводиться к следующему: образец, как и деталь, подвергают цементации. На станке 16К20 начинают обработку с условием, что припуск срезают за несколько проходов с t = 0,2 – 0,3 мм, δ=t·k (k – количество проходов). После срезания всего припуска, образец получает ступенчатую форму. Длина ступеней должна быть достаточной, чтоб выполнить контроль поверхностей твердости. Для данной операции используем прибор ПМТ – 2.

Полученные данные поверхностей микротвердости позволяют получить и графически построить функциональную зависимость Hv(HRC)=f(t).

Полученный результат позволяет установить глубину цементации, которая измеряется как расстояние, измеренное по нормали между поверхностями с твердостью 58-62 HRC и 32-42 HRC.

Обработка хвостовиков лопаток турбины методом глубинного шлифования

Двинянинова Л.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Волков Д.И.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
lvd0@yandex.ru

Целью работы является: повышение производительности обработки "елочного" профиля хвостовика лопатки заменой процесса прецизионного фрезерования на наиболее эффективный метод глубинного шлифования.

Обработка производилась на двухшпиндельных плоскошлифовальных станках с программным управлением мод. SS-013, SS-013L и SS-013D высокопористыми кругами 3 500x25x203 24AF120G12V (24А10ПВМ112К5 П40-20). Процесс глубокого шлифования дает возможность с высокой точностью и качеством поверхностного слоя получать сложные фасонные поверхности деталей и детали из труднообрабатываемых материалов.

Основными критериями при проведении работ по сравнению процессов являются:

1) геометрическая точность замковых поверхностей; 2) шероховатость обработанной поверхности; 3) Величина и знак остаточных напряжений; 4) степень и глубина наклепа; 5) наличие и отсутствие микротрещин; 6) производительность обработки.

Анализируя результаты сравнения значений точностных параметров "елочного" профиля хвостовиков лопаток можно отметить, что основным преимуществом процесса глубинного шлифования является малый разброс геометрических показателей, что определяется стабильностью процесса. Шероховатость поверхности замка при глубоком шлифовании показало, что высота микрошероховатости находится в диапазоне 0,4-0,8 мкм, что значительно меньше требований чертежа и высоты микропрофиля, полученного после точного фрезерования. При фрезеровании на поверхности детали видны следы металлического покрытия, которые появляются по мере износа задней поверхности зубьев фрезы.

Результаты многочисленных экспериментальных исследований, проведённых в широком диапазоне изменения режимов глубинного шлифования, показывают характер распределения остаточных напряжений был одинаковым во всех случаях. В поверхностном слое наблюдаются сжимающие остаточные напряжения величиной до 500 МПа, переходящие на глубине 40-60 мкм в растягивающие с максимальной величиной до 100 МПа.

При фрезеровании сжимающие остаточные напряжения распространяются на большую глубину порядка 100 мкм, однако в непосредственной близости от поверхности детали наблюдается резкое снижение сжимающих остаточных напряжений и даже возможно появление растягивающих напряжений. Глубина и степень наклепа при шлифовании значительно меньше, чем при фрезеровании, что должно положительно сказаться на эксплуатационных характеристиках лопаток ротора турбины, работающих при высоких температурах.

Результаты практического использования высокопроизводительных процессов абразивной обработки на примере глубинного шлифования хвостовиков лопаток ротора турбины дают основание утверждать, что по всем показателям качества обработанной поверхности и производительности обработки глубинное шлифование значительно превосходит прецизионное фрезерование.

Список литературы:

1. Полетаев, В. А. Глубинное шлифование лопаток турбин. Библиотека технолога [Текст] / В. А. Полетаев, Д. И. Волков. – М.: Машиностроение, 2009. – 272 с.

2. Карасев Б. Е., Основные направления совершенствования технологии производства лопаток ГТД [Текст] / Б. Е. Карасев, Н. В. Семенченко // Авиационная промышленность. - 1986.- Прил. N.5.- С. 1-2.

Исследование структуры и свойств образцов из титанового сплава ВТ6, полученных с использованием технологии селективного лазерного сплавления (SLM)

Дмитриева М.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мельников А.А.
Самарский университет, Самара
happiness_peace@rambler.ru

В настоящее время наиболее актуальным является применение аддитивных технологий для производства из порошков изделий сложной формы. Для создания деталей из металлических материалов зачастую применяют технологию селективного лазерного сплавления (SLM). Её основные преимущества — это возможность создания изделий сложной формы без использования сложной и дорогостоящей оснастки, применение широкого спектра металлических материалов порошковой металлургии, оптимизация производственного цикла и сокращение времени производства детали.

В работе представлены результаты исследования микроструктуры и свойств образцов, полученных из порошка титанового сплава ВТ6, выращенных на промышленном 3D принтере для аддитивного производства с использованием технологии печати SLM. Образцы выращивались вертикально и горизонтально на платформе построения.

Исследование микроструктуры осуществлялось с помощью растрового электронного микроскопа TESCAN Vega SB. Микрорентгеноспектральный анализ материала, полученного методом селективного лазерного сплавления, проводился с помощью приставки INCAx-Act. Механические свойства исследовались с помощью универсально-испытательной машины Testometric FS 150 AX.

Анализ микроструктуры образцов позволил установить причины образования дефектов, таких как пористость, расслоение, микротрещины. Определены механические характеристики – предел прочности, предел текучести и относительное удлинение. Исследовано также влияние пластической деформации на структуру и характер разрушения готовых изделий.

На основании полученных данных определены оптимальные параметры технологического процесса получения изделий с применением технологии SLM такие как мощность лазерного излучения, скорость сканирования и ориентация оси выращивания.

Список литературы:

1. Шишковский И.В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. – СПб.: Питер, 2016. 400 с.
2. Балякин А.В., Добрышкина Е.М., Вдовин Р.А., Алексеев В.П. Исследование применения технологий быстрого прототипирования для изготовления лопаток турбины ГТД // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18. №4-6. С. 1168-1172.
3. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении. – СПб.: Издательство политехнического университета, 2013. 210 с.

Разработка и внедрение сложнопрофильного инструмента для обеспечения критических параметров деталей ЖРД с эвольвентным профилем

Евченко И.В., Рязанцев А.Ю., Широкожухова А.А.
Научный руководитель — Рязанцев А.Ю.
АО «Конструкторское бюро химавтоматики», Воронеж
irinaevchenko@icloud.com

Важнейшим элементом космических систем являются двигательные установки с жидкостными ракетными двигателями (ЖРД). Современная двигательная установка с ЖРД представляет собой сложную систему, использующая химическое топливо, которое является одновременно источником энергии и рабочим телом для получения тяги. К основным узлам и агрегатам ЖРД относятся камера, система подачи компонентов (горючего и окислителя) из

топливных баков в камеру сгорания, газогенератор, топливные магистрали и агрегаты автоматики [3].

Для подтверждения работоспособности ТНА проводят испытания на динамические нагрузки насоса горючего. Испытания являются основным этапом, который подтверждает правильность сборки изделия. При проведении испытаний используются зубчатые зацепления, которые обеспечивают регулировку скорости передачи вращательного движения на вале, которые являются особо важным элементом ТНА и непосредственно участвуют в испытаниях насоса горючего.

Наиболее широкое применение на машиностроительных предприятиях для обработки зубчатых колес получил инструмент – долбяк [1]. Обработка данным инструментом позволяет получать высокоточные размеры деталей, так как обработка осуществляется методом обкатки.

При проектировании сложнопрофильного инструмента в АО КБХА выполняются трудоемкие расчеты с использованием большого массива данных, при этом учитывается геометрия режущих элементов и закон эвольвентного зацепления. В этом заключается одна из основных причин сложности расчета зуборезного инструмента.

Изготовление и внедрение сложнорежущего инструмента предполагает длительный цикл изготовления и требует больших затрат на производство. Задачей представленной работы является усовершенствование и достижение оптимальной универсальности в применении известных специальных долбяков, учитывая все особенности конструкции.

В АО КБХА для нарезания зубчатых колес используются долбяки изготовленные в соответствии с ГОСТ 6762-79. В связи с этим появляется необходимость в проектировании специальных долбяков. Основными параметрами рассматриваемого инструмента являются: модуль, число зубьев, угол зацепления, диаметр посадочного места и смещение исходного сечения [2,3]. Толщина зуба и диаметр наружной окружности сложнопрофильного инструмента обеспечивают нарезание зубчатых колес с заданной толщиной зуба, при этом автоматически выдерживается диаметр впадин.

При проектировании специального инструмента используется проверочный расчет, позволяющий определить внутренний диаметр нарезанного зубчатого колеса с учетом толщины зуба.

При внедрении режущего инструмента в производство бывает так, что долбяк, выполненный в соответствии с ГОСТ, выкатывает большую глубину или толщина зуба меньше, чем требуется. Имеющийся инструмент можно не браковать, а использовать за счет корректировки, изменив наружный диаметр, при этом долбяк будет нарезать зубья с требуемой толщиной зубьев и глубиной впадин. Для изменения геометрических размеров необходима регулировка наружного диаметра долбяка [1].

В результате изменения величины наружного диаметра инструмента и возможности выполнить корректировку и доработку окончательно изготовленных долбяков, инструмент обеспечит заданные критические параметры зубчатого зацепления деталей ЖРД с эвольвентным профилем.

Представленный метод корректировки геометрических размеров сложнорежущего инструмента позволяет сократить материальные и трудовые ресурсы предприятия на подготовку производства, а также исключить увеличение производственных циклов изготовления деталей и сборочных единиц.

Список литературы:

1. Токарев В.В., Нарожных А.Т.,Скребнев Г.Г. Проектирование зуборезных долбяков: Учебное пособие/ ВолгГТУ, Волгоград, 2000. —77 с.

2. А.В. Башкатов, А.В. Бондарь, А.Б. Булков. Напряжения и деформации при сварке. Учебное пособие, Воронеж, Изд-во ВГТУ, 1999.

3. Воробей В.В., Логинов В.Е. Технология производства жидкостных ракетных двигателей: Учебник. — М.: Изд-во МАИ, 2001. — 496 с.: ил. ISBN 5–7035–2328–1

Исследование формообразования тонкостенных осесимметричных оболочек на основе процессов отбортовки и формовки в программных продуктах Pam-Stamp 2G и Ansys 18.2

Епифанов А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Демьяненко Е.Г.
Самарский университет, Самара
pe4ura.pif@gmail.com

В данной работе рассматривается способ отбортовки-формовки для получения тонкостенных осесимметричных оболочек сужающейся формы с минимальной разнотолщинностью стенки. Компьютерное моделирование с целью устойчивой реализации способа проведено в программном комплексе Pam-Stamp 2G (ESIGroup) и Ansys18.2, основанных на методе конечных элементов (МКЭ), позволяя оценивать влияние различных факторов в процессах ОМД. На сегодняшний день существует большой выбор средств моделирования различных сценариев. Постановка задачи и сравнительный анализ именно в Ansys18.2. и PAM-STAMP 2G выполнены с целью подтверждения возможности расчета тонкостенных оболочек в данных программных продуктах, с дальнейшей оценкой сравнительной погрешности полученных результатов.

Компьютерная модель процесса состоит из пуансона, матрицы, верхнего и нижнего прижима, заготовки. Конечно-элементные сетки сгенерированы с использованием оболочечных 4-узловых элементов. Для того, чтобы сократить время решения осесимметричной задачи, использована 1/4 объема, заключенного между координатными плоскостями XOY и YOZ (ось OY совмещена с осью симметрии), при этом заданы соответствующие граничные условия (ограничения на перемещение узлов, лежащих в плоскости симметрии). Установлены дополнительные ограничения степеней свободы: пуансон имеет возможность перемещаться только вдоль оси Y, поэтому для него ограничены перемещения вдоль осей X и Z и все повороты, а неподвижные (матрица, верхний и нижний прижимы) лишены всех степеней свобод.

Скорость движения пуансона задана равной 5,0 м/с. Коэффициенты трения приняты равными: между пуансоном и заготовкой — 0,15; между матрицей и заготовкой — 0,45. Материал конической заготовки толщиной 0,3 мм — коррозионностойкая сталь 12Х18Н10Т; плотность — 7 900 кг/м^3; модуль упругости — 195 ГПА; коэффициент Пуансона — 0,3. При моделировании использована кривая упрочнения стали 12Х18Н10Т, полученная при испытании на простое растяжение.

Металлический инструмент (матрицу, пуансон, прижим верхний, прижим нижний) задан абсолютно жесткими телами.

Полученные результаты доказывают возможность получения тонкостенных осесимметричных деталей с равномерной толщиной стенки вдоль образующей с использованием способа отбортовки-формовки. Определены необходимые технологические параметры формообразования. Толщина стенки изделия (без учёта припускной технологической части) составила (0,268±0,002) мм и (0,265±0,005) мм, полученные с помощью Pam-Stamp 2G и Ansys 18.2 соответственно. Сходимость результатов высокая. Таким образом, данные программные продукты, предназначенные для анализа напряженно-деформированного состояния тел, подтверждают свою актуальность для предварительных расчетов при подготовке производства изделий ракетно-космической промышленности, в частности.

Анализ внедрения 3D-печати в производство узлов и деталей эксплуатируемых ГТД

Ефремов К.И.
Научный руководитель — к.т.н. Маликов С.Б.
МАИ, Москва
krom9ra@gmail.com

Современные возможности 3D-печати позволяют сократить расходы и унифицировать как производство новейших образцов техники, так и поддержку существующих решений [1]. Технология послойного выращивания деталей из металлов появились в 1991 году и к настоящему моменту достигла промышленного серийного применения.

Технологии 3D-печати – это получение объекта методом послойного нанесения материала. Положенные в основу этого принципы формируют противоречия с традиционными методами формирования деталей, в основе которых находится удаление избыточного материала заготовки, реализуя при этом различные методы с их преимуществами и ограничениями [2, 3].

В работе проведён конструкторско-технологический анализ [4, 5] технологий 3D-печати металлами в авиастроении. Изучена целесообразность аддитивного производства в ГТД.

Проектирование и разработка ГТД предполагает ряд макетных, стендовых и натурных испытаний, а также предъявляет критические требования к срокам изготовления прототипов. Производство, в свою очередь, требует уменьшения массы изделий и повышения усталостно-прочностных свойств конструкций. Данные критерии обуславливают выбор 3D-печати как её главные преимущества. При модернизации технологии производства в связи с внедрением 3D-печати возможно значительное возрастание технических рисков [6].

На сегодняшний день используется ряд различных технологий послойной печати металлами, имеющих свои особенности и технологические различия [7]. Так, например, 3D-печать избирательно используется в производстве камер сгорания, форсунок, колёс и др. узлов ГТД ряда двигателестроительных предприятий.

Отдельно выделяется группа технологий и материалов послойного выращивания изделий из перспективных материалов, в том числе с запрограммированными свойствами, таких, как керамики, интерметаллиды и некоторых других.

В результате исследования даны рекомендации по внедрению аддитивного производства и их потенциальной эффективности.

Список литературы:

1. Елисеев Ю.С., Бойцов А.Г., Крымов В.В., Хворостухин Л.А. Технология производства авиационных газотурбинных двигателей. Учебное пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 2003, 512 с.

2. Высоцкая В.И., Маликов С.Б., Токмакова Т.В. Влияние механической обработки на свойства КМ на основе высокотемпературных карбидов с металлическими наполнителями // Авиационная промышленность, 2017, № 4, С. 42-45.

3. Бойцов А.Г., Токмакова Т.В., Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Влияние режимов электроэрозионного фрезерования на производительность прошивки отверстий малого диаметра в деталях ГТД // Авиационная промышленность, 2018, № 3-4, С. 35-37.

4. Юрин В.Н., Маликов С.Б. Анализ взаимосвязей информации конструкторских и технологических документов / Четвертый Международный Аэрокосмический Конгресс, 2003, С. 193-194.

5. Юрин В.Н., Маликов С.Б. Исследование документооборота при проектировании приспособлений на двигателестроительном предприятии / Авиадвигатели XXI. II Международная научно-техническая конференция, 2005, С. 330-331

6. Маликов С.Б. Метод анализа технического риска при организации подготовки опытного производства деталей: автореферат дисс.... канд. техн. наук. — М.: МАТИ, 2012. — 19 с.

7. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении. М-во образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский гос. политехнический ун-т. — Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического ун-та, 2013. — 222 с.

Разработка модельно-методического аппарата оценки эффективности аддитивного производства

Жданова В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рипецкий А.В.
МАИ, Москва
viktorikavero@mail.ru

Аддитивное производство различных компонентов и деталей может быть экономически выгодным решением для многих компаний в сравнение с традиционными методами производства. Тем не менее, есть несколько факторов стоимости, которые следует учитывать при ответе на вопрос, является ли серийное производство экономически выгодным или нет. Поскольку структура цены в традиционном и аддитивном производственных процессах иногда существенно различаются, факторы, влияющие на стоимость производства, необходимо тщательно сопоставлять друг с другом.

При рассмотрении общей структуры цены аддитивного производства становится очевидно, что она в значительной степени определяется затратами на эксплуатацию и обслуживание оборудования, за которыми следуют затраты на материалы, используемые для производства деталей, а также трудозатраты на предварительную подготовку к печати и последующую обработку готовых деталей. Другими факторами, такими как затраты на энергию, можно пренебречь в общей структуре затрат, так как в общей структуре цены они составляют незначительную часть.

Машины для выборочного лазерного спекания (SLS) и лазерного плавления (SLM) являются очень дорогостоящими в покупке и дальнейшей эксплуатации. Стоимость процессов лазерного спекания и плавления часто сравнивают со стоимостью традиционных производственных процессов с интенсивным использованием инструментов, таких как литье под давлением, или с процессами механической обработки, такими как фрезерование с ЧПУ. В зависимости от процесса и формы детали переменные затраты на аддитивное производство могут быть в пять-пятьдесят раз выше, чем на традиционное производство, например, при переработке полимеров и металлов.

Несмотря на более высокие переменные затраты, использование аддитивных процессов в производстве может быть экономически выгодным. Для традиционных технологий производства постоянные затраты распределяются только на конкретные виды оборудования. Например, матрицу можно использовать только при литье под давлением для изготовления конкретного продукта, для которого она была разработана. Соответственно, стоимость пресс-формы должна окупаться с точки зрения количества произведенных деталей. Затраты на настройку станка или замену инструмента на литьевой машине должны быть распределены по количеству деталей, произведенных в этой производственной партии, до следующей настройки. Если производится только несколько единиц деталей или небольшие серии деталей, постоянные затраты могут превышать переменные затраты. Это делает аддитивное производство более рентабельным, чем производство с использованием традиционных процессов.

Аддитивное производство также включает в себя определенную степень постоянных затрат, но эти затраты легче компенсировать количеством различных деталей, которые производятся в одной партии. Таким образом, фактические затраты на кубический сантиметр в аддитивном производстве деталей зависят от комбинации технических параметров и условий эксплуатации оборудования, так как изменяя параметры оборудования, операторы могут снизить общие затраты на аддитивное производство. А поскольку оборудование для лазерного спекания и лазерного плавления очень дорогостоящее, то производительность такого оборудования является критическим параметром, который влияет на общие затраты на аддитивное производство.

Если посмотреть на процесс SLS, то фактическое время производства, то есть период, который определяется исключительно временем работы оборудования и не зависит от оператора, составляет от 90% до 95% общего времени цикла аддитивного производства.

Время производства состоит из предварительного нагрева оборудования, создания деталей в камере и охлаждения. Периоды, необходимые для предварительного нагрева и охлаждения, в основном постоянны для каждого процесса аддитивного производства и зависят от параметров соответствующего оборудования, в том числе от размера камеры печати. Фактическая фаза создания деталей занимает от 60% до 70% производственного времени, в зависимости от оборудования и используемого объема камеры для изготовления детали. При нормальной работе 50% времени аддитивного производства составляет плавление и 50% – нагрев/нанесение новых слоев порошка. Эти цифры, как правило, также применимы к процессу SLM, хотя в некоторых случаях проценты значительно различаются, поскольку плавление металлического порошка происходит намного медленнее.

Таким образом, существует ряд факторов, влияющие на стоимость и время изготовления деталей методами аддитивного производства, а также способов с помощью которых возможно оценить целесообразность применения аддитивного производства в сравнение с традиционными методами изготовления деталей. А в случае применения аддитивного производства – появляется возможность минимизировать общие затраты на изготовление компонентов и деталей.

Изучение механических характеристик образцов, изготовленных по технологии селективного лазерного сплавления из металлопорошковой композиции алюминиевого сплава AlMgSc0,3

Жданова Н.С.
Научный руководитель — к.т.н. Геров М.В.
АО «Корпорация «МИТ», Москва
ryabova_nataliya@bk.ru

Снижение массово-габаритных характеристик изделий авиационной и ракетно-космической техники является одной из наиболее актуальных задач современного производства. Возможным решением данной задачи является применение современных конструкционных материалов с улучшенными удельными прочностными характеристиками, а также внедрение новых технологий в действующую производственную цепочку.

Полуфабрикаты из алюминиевых сплавов системы Al-Mg-Sc значительно превосходят по прочности в отожжённом состоянии аналогичные полуфабрикаты из сплавов Al-Mg с таким же содержанием магния при сохранении основных достоинств сплавов системы Al-Mg [1]. В настоящее время в АО «Корпорация «МИТ» ведутся работы по разработке технологии селективного лазерного сплавления (СЛС) металлопорошковой композиции (МПК) алюминиевого сплава AlMgSc0,3 с гранулометрическим составом от 40 до 80 мкм. Приоритетными задачами проводимых работ являются подбор оптимального режима процесса СЛС, обеспечивающего минимальное количество дефектов структуры, и оценка механических свойств синтезированного материала.

В рамках отработки режима СЛС сплава AlMgSc0,3 проводился итерационный подбор параметров синтеза. В частности, варьировались такие технологические параметры, как мощность и скорость сканирования лазера. Мощность изменялась в диапазоне от 800 до 975 Вт, скорость сканирования – от 1500 до 2900 мм/с. По сформированной сетке параметров на установке СЛС синтезировались образцы в форме пирамид габаритами 20x20x30. Критерием оценки качества образца являлась объемная доля пор. Контроль образцов проводился на системе рентгеновской компьютерной томографии XTH 450 LC, с чувствительностью 0,1 мм. Проведенные исследования показали, что образец, соответствующий режиму сплавления: мощность лазера, Вт – 975, скорость сканирования, мм/мин – 2400, обладает наименьшей объёмной долей пор, % – 0,12.

В дальнейшем по выбранному режиму сплавления были изготовлены образцы для проведения механических испытаний. Исследование механических свойств синтезированного материала сплава AlMgSc0,3 проводилось на образцах по ГОСТ 1497, выращенных под углом 90° к поверхности плиты построения. Образцы испытывались в состоянии непосредственно

после синтеза и после термической обработки (ТО) - отжиг при температуре 360°С с выдержкой 5 часов, охлаждение с печью.

Результаты испытаний показали, что механические свойства материала образцов в неотожжённом состоянии составляют: предел прочности при растяжении, кгс/мм^2 – 34,1; относительное удлинение, % – 20,7; предел текучести, кгс/мм2 – 29,0; относительное сужение, % – 18,3. Механические свойства образцов прошедших ТО составляют: предел прочности при растяжении, кгс/мм^2 – 48,4; относительное удлинение, % – 9,7; предел текучести, кгс/мм^2 – 45,1; относительное сужение, % – 16,1.

Изучение характера разрушения образцов выявило, что разрушение вязкоямочное. Изломы испытанных образцов, не проходивших ТО, макропластичные, образованы срезом, в изломах имеются мелкие поры и несплавления. Изломы образцов с ТО смешанные, образованы срезом и отрывом, в изломах так же присутствуют мелкие поры и участки несплавления. В структуре синтезированного образца можно наблюдать мелкозернистую структуру, а также границы лазерных треков, что является характерным для метода СЛС [2, 3]. Наличие мелкозернистой структуры способствует получению более высоких показателей пластичности.

Проведя сравнительный анализ с традиционными применяемыми сплавами для изготовления узлов ракетных комплексов, можно констатировать, что сплав AlMgSc0,3 в сравнении с:

• Сплавом 1420 в деформированном состоянии после термообработки:
• По показателю предела прочности при растяжении – превосходит на 10%;
• По показателю предела текучести – превосходит на 30%.
• Сплавом АМг6 (нетермоупрочняемый):
• По показателю кратковременной прочности – превосходит на 35%;
• По показателю предела текучести – превосходит на 65%.

Выводы:

1. Подтверждена возможность изготовления деталей и образцов, а также подобран оптимальный режим сплавления МПК алюминиевого сплава AlMgSc0,3 методом СЛС, обеспечивающий минимальное количество внутренних дефектов.
2. Механические характеристики получаемого материала методом СЛС на 10-65% выше по сравнению со сплавами, применяемыми для изготовления деталей по штатной технологии.
3. Синтезированный материал алюминиевого сплава AlMgSc0,3 методом СЛС не требует сложной ТО в отличие от деформированного термоупрочняемого сплава 1420.

Список литературы:

1. Филатов Ю.А. Алюминиевые сплавы системы Al-Mg-Sc для сварных и паяных конструкций // технология легких сплавов. 2013. №2. С. 36-42.
2. Kempen K., Thijs L., Van Humbeeck J., Kruth J.-P. Mechanical properties of AlSi10Mg produced by Selective Laser Melting // Physics Procedia. 2012. Vol. 39. P. 439-446.
3. Рябов Д.К., Морозова Л.В., Королев В.А. Иванова А.О. Изменение структуры сплава АК9ч., полученного селективным лазерным спеканием, в процессе термической обработки // Труды ВИАМ. 2016. Том 45. № 9. С. 20 – 25.

Структура и свойства образцов из титанового сплава полученные методом 3D-печати

Иванов А.Е., Орлов А.А., Лиджиев А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва
alexey_24@list.ru

На данный момент аддитивные промышленность одна из наиболее развивающихся отраслей в России и за рубежом. Наиболее активно развивающимся направлением аддитивного производства является изготовление функциональных изделий и деталей из пластиковых, металлических и неметаллических материалов.

Важнейшими проблемами 3D-печати титановых сплавов любым методом аддитивного производства это как наличие пор в объёме напечатанных титановых изделий, которые являются объёмными дефектами и концентраторами напряжений. Так и анизотропия свойств, которые в совокупности с порами ухудшают прочностные характеристики.

В работе были исследованы образцы от двух фирм EOS и Nissa Digispace, полученные методом 3D-печати прямым лазерным сплавлением металла (DMLS). Прямое лазерное спекание или сплавление металлов (Direct Metal Laser Sintering и Direct Metal Laser Melting, соответственно) это методы 3D-печати, в которых лазер используется для избирательного нагрева частиц мелкодисперсного металлического порошка, в результате чего они спекаются или сплавляются в слои детали

Исходная микроструктура образцов представлена фазой α'-мартенситом с размером β-зерна 120 мкм у образцов фирмы EOS и 101 мкм у Nissa Digispace. Твёрдость по всей длине образцов в направлении роста сильно не изменялась и составляла в среднем 35 у EOS и 37 у Nissa Digispace ед. HRC. В поперечном направлении твёрдость составила 36 и 37 ед. HRC.

Также у обоих образцов от обеих фирм были выявлены объёмные дефекты в виде пор. Измерение объёмной концентрации пор проводилось на полированных образцах. Для обсчёта были взяты 30 полей. Объёмная концентрация пор у образцов от фирмы EOS составила 0,015%. Объёмная концентрация пор у образцов от фирмы Nissa Digispace составила 0,045%.

Небольшие различия в микроструктуре и объёмной доле пор у образцов могут быть связано с параметрами печати такие как температура печати, толщина слоя, мощность самого лазера, а также свойствами используемого порошка, а именно его химический состав, размер фракций порошка.

Исследование технологического процесса изготовления детали «Индуктор» с последующей его модернизацией способом штамповой оснастки

Исхакова Ф.Ф.
КНИТУ-КАИ, Казань
faridafarida0401@gmail.com

Современное производство не стоит на месте, но тем не менее на некоторых машиностроительных заводах имеется ещё огромное количество устаревших и не обновлённых маршрутных технологий для значимых деталей. Одной из таких деталей может быть деталь «Индуктор».

Деталь «Индуктор» относится к машиностроению и применяется в коробке приводов агрегатов. Она представляет собой пластину, которая имеет выступающие торцы, а также две выступающие поверхности с отверстием, одно из которых шлицевое. Деталь изготавливается из конструкционной легированной стали 12Х2Н4А, которая применяется в промышленности для изготовления ответственных деталей, к которым предъявляются требования высокой прочности и работоспособности под действием ударных нагрузок.

Исследование существующей технологии изготовления детали «Индуктор» позволяет говорить об устаревшем технологическом процессе производства детали данного наименования. Модернизация используемого процесса может быть достигнута путем внедрения современного оборудования, а именно станков с числовым программным управлением и сокращения времени на обработку с помощью применения концентрации операций.

Таким образом, принимается решение о способе получения заготовки - штамповка в закрытом штампе, так как это обеспечит минимальные отходы и сократит в дальнейшем время на обработку детали. Так же выбирается необходимое штамповочное оборудование исходя из современных требований и условий производства- кривошипный горячештамповочный пресс(КГШП).

Основные составляющие детали, это типовые конструктивные элементы: диаметральные и линейные размеры. Это способствует использованию стандартных измерительных и режущих инструментов.

«Индуктор» имеет точность и шероховатость, которые можно получить унифицированным инструментом при типовом технологическом процессе. Заданные конструктором квалитеты достигаются в результате чистовой обработки. На деталь наносится необходимое защитное покрытие хим. фос. унв. гфж. Опираясь на эти данные разрабатывается план обработки, рассчитываются размерные технологические цепи и принимается решение о способе обработки на том или ином этапе и из какого материала должен быть изготовлен каждый режущий инструмент.

Таким образом, в результате анализа и предложенных решений получаем следующее: выбрано необходимое оборудование и оснащение, рассчитаны режимы резания для каждого вида операций, сформирован комплект технологической документации на изготовление детали, определены основные габариты исходной заготовки, рассчитано усилие и выбрана соответствующая модель пресса, определены основные условия для нагрева заготовки под штамповку и выбрана печь, на основе САПР спроектированная штамповая оснастка с обоснованием её устройства.

В конечном результате рассчитаны необходимые для нового процесса характеристики, разработаны полная технологическая документация и маршрут изготовления детали.

Список литературы:

1. ГОСТ 25346-2013 (ISO 286-1:2010) Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки

2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 656 с.

3. Схиртладзе А.Г. Автоматизированное проектирование штампов, Учебное пособие/ Под редакцией профессора В.В. Морозова. - Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 284 с.

4. Бурчаков Ш.А. Технология машиностроения: учебное пособие / Ш.А. Бурчаков. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2015. – 228 с. ISBN 978-5-7579- 2061-0.

5. Metal forming. Fundamentals and applications / T.Altan, S.Oh, H.Gegel. – American Society for Metals, Metals Park, OH,, 1983/ — 353 p.

Специфика технологического процесса контактной стыковой сварки вала для экспандирования

Кабанов В.С.
Научный руководитель — к.т.н. Салина М.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
mr.taleyran@gmail.com

Соединение разнодиаметральных труб или валов большой длины с высокими требованиями к соосности является трудоёмкой и сложной технологической задачей, для решения которой необходимо тщательно проанализировать широко распространённые методы сварки и выбрать наиболее эффективный. В работе представлена схема установки для экспандирования труб, определены преимущества данной конструкции, определен наилучший способ сварки.

Процесс экспандирования представляет собой правку и калибровку, исправление формы поперечного сечения для получения нормативных геометрических параметров труб. Общий вид станка экспандирования может быть представлен следующим образом:

Устройство для экспандирования труб состоит из экспандера с калибрующим инструментом, который крепиться на вал, транспортной тележки механизма шаговой подачи трубы. На торце калибрующего инструмента смонтирована обойма с роликами, установленными с возможностью перемещения с помощью гидропривода в радиальном направлении. Ось вращения обоймы совпадает с горизонтальной осью О-О калибрующего инструмента и экспандируемой трубы. Транспортная тележка механизма шаговой подачи трубы снабжена кантующими роликами, имеющими возможность реверсивного вращения и смонтированными на опорах, которые могут изменять свое положение по высоте и изменять

расстояние между ними. Таким образом вал станка экспандирования удерживает калибрующий инструменте.

Для сварки подобных конструкций, как правило, используется дуговая сварка, ротационная сварка трением, контактная стыковая сварка сопротивлением либо оплавлением.

Стыковая сварка – это вид контактной сварки, при которой детали соединяются по поверхности соединяемых торцов в результате подвода тока и использования сил сжатия. Сварные детали фиксируются в зажимах электродов и сжимаются осевой силой. Одна из плит, как правило, стационарная.

Для изготовления стапеля была выбрана сталь Ст3сп.

Выбирая конструкцию монолитного типа, стоит остановиться на конструктивном решении в виде применения ферм. Преимуществами данной конструкции являются:

1. Установка вала на одной линии с электродами контактной машины.

2. Возможна установка большего количества точечных опор, не внося серьезные изменения в конструкцию и траты большего количества материалов.

При проектировании выбранного типа оснастки требуется рассчитать стержневую схему в виде фермы. Так как опора данного вида будет оптимальной по соотношению затрат на материал, работу и жесткость конструкции.

Выводы:

1. Изучены и проанализированы условия эксплуатации вала и подобран наилучший способ сварки и вариант подготовки свариваемых поверхностей.

2. Спроектирован стапель для поддержания вала с возможностью дальнейшей эксплуатации для аналогичных валов.

Список литературы:

1. Фетисов Г.П. Сварка и пайка в авиационной промышленности. Учебное пособие / Москва: Изд-во Машиностроение, 1983 – 216 с.

2. Бунов М.Д. Технология и оборудование контактной сварки. Учебное пособие / Москва: Изд-во Академия, 2008 – 224 с.

2. Шинкаренко А.А., А.И. Киреева Сопротивление материалов. Учебное пособие / Москва: Изд-во Феникс, 2009 – 263 с.

3. Фетисов Г.П. Сварка и пайка в авиационной промышленности. Учебное пособие / Москва: Изд-во Машиностроение, 1983 – 216 с.

4. Одиноков А.Ю. Сопротивление материалов. Учебное пособие / Казань: Изд-во Казан. Гос. Техн. Ун-та, 2010 – 436 с.

5. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции.

6. Катаев Р.Ф., Милютин В.С., Близник М.Г. Теория и технология контактной сварки. Учебное пособие / Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015 – 144 с.

7. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ. Учебное пособие / Москва: Изд-во Академия, 2006 – 176 с.

8. Томас К.И., Ильященко Д.П. Технология сварочного производства. Учебное пособие / Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2011 – 247 с.

Особенности технологии изготовления детали «Крышка»

Кашшапов Р.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Салина М.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
renych11@mail.ru

На сегодняшний день область машиностроительных производств стремительно развивается, разрабатываются новые технологии и оснащение. В производстве все чаще применяется оборудование с числовым программным управлением, современное машиностроение становится автоматизированным. Это процесс требует создания новых технологических процессов получения изделий в условиях автоматизированного

производства. Вопрос разработки технологического процесса изготовления детали «Крышка» является одной из важных задач машиностроительного производства.

Деталь «Крышка» служит для ограничения осевого перемещения вала, расположенного на подшипниках в изделии (машине), за счет создания определенного натяга или гарантированного осевого зазора между торцом наружного кольца подшипника и торцом крышки. Крышки, кроме того, используются для плотного закрытия различных отверстий и пространств с целью их изоляции от окружающей среды.

Цель разработки технологического процесса состоит в проектировании заготовки, выборе технологического оборудования и средств технологического оснащения операций, и проектировании штамповой оснастки в CAD/CAM системе KOMPAS-3D. Процесс изучения поставленного вопроса включает в себя описание назначения и анализ технологичности конструкции детали, обоснование маршрутной и операционной технологии, выбор и проектирование заготовки, выбор облойной канавки, размерный анализ, составление эскизов совмещённых переходов, решение линейных и диаметральных размерных цепей, выбор технологического оборудования и средств технологического оснащения операций, расчет режимов резания и норм времени, проектирование переходов штамповки, расчет исходной заготовки, расчет усилия резки, выбор ножниц, расчет усилия штамповки, выбор молота, расчет усилия обрезки облоя и выбор обрезного пресса, проектирование штамповой оснастки средствами САПР. В конечном результате имеем полную технологическую документацию и необходимые характеристики для изготовления детали.

Анализ технологического процесса сварки «Крышки лабиринта» плавящимся электродом в среде инертного газа

Кинзикеева Р.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Салина М.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
kinzikeeva.rozalia@yandex.ru

Сварочный процесс играет важную роль во всем мире, так как большая часть того, что нас окружает в современном мире так или иначе связано с его использованием, будь это автомобили, мосты, небоскребы. По этой причине сварочные работы должны обеспечивать высокое качество сварного соединения с минимальными затратами на производство.

Актуальность данной темы состоит в том, что на сегодняшний день на предприятиях машиностроительной отрасли остро стоит вопрос экономически обоснованного внедрения перспективных способов и методов сварки, обеспечивающих выпуск экономичных сварных конструкций, отвечающих по своим конструктивным формам, механическим и физическим свойствам.

Таким образом, технологический процесс сварки «Крышки лабиринта» можно отнести к экономически обоснованной технологии сварки с возможным снижением себестоимости изготовления изделия.

«Крышка лабиринта» является частью конструкции опоры турбины, выполняющую роль уплотнителя соплового аппарата турбины высокого давления, находящимся при температуре 300…340 ˚С. Данное изделие входит в состав лабиринтного уплотнения, которое предназначено для исключения попадания горячего воздуха из проточной части двигателя в полости наддува и охлаждения турбины.

В процессе эксплуатации на сварочную конструкцию воздействуют вибрационные и ударные нагрузки, а также коррозионное воздействие агрессивной среды или отдельных её компонентов.

Детали изготовлены из никелевого сплава ХН62ВМЮТ-ВД. Их соединяют между собой аргонно-дуговой сваркой неплавящимся электродом с присадочной проволокой.

Никелевый сплав ХН62ВМЮТ-ВД удовлетворительно сваривается, так как обладает большой чувствительностью к наличию примесей и растворенных газов, а также склонностью к образованию горячих трещин в сварном шве и в зоне термического влияния.

Для получения качественного сварного шва следует не допускать насыщения расплавленного никеля кислородом, водородом, азотом и углекислым газом, которые являются причиной образования пор в сварном шве. Для снижения вероятности появления горячих трещин в зоне термического влияния следует уменьшить величину данной зоны, а для снижения вероятности появления их в сварном шве требуется использовать присадочную проволоку, химический состав которого будет отличаться от химического состава основного металла.

В соответствии с условиями эксплуатации сварка должна проходить в инертной или в вакуумной среде для предотвращения выгорания легирующих элементов в никелевом сплаве ХН62ВМЮТ-ВД и защиты сварного шва от растворенных газов. В связи с этим альтернативным способом сварки крышки лабиринта является автоматическая сварка плавящимся электродом в среде инертного газа.

Опираясь на источники информации и проведенные расчеты, подобраны рациональные параметры режима сварки для выбранного варианта и соответствующее оборудование.

После чего проведен технико-экономический сравнительный анализ, в результате которого автоматическая сварка плавящимся электродом в среде инертного газа более экономична по сравнению автоматической аргонно-дуговой сваркой неплавящимся электродом с присадочной проволокой.

Экономический эффект достигается по следующим причинам.

Во-первых, стоимость оборудования и потребление электроэнергии проектного варианта значительно меньше, чем базового варианта, что в большей степени повлияло на экономический эффект.

Во-вторых, скорость автоматической сварки плавящимся электродом незначительно выше, что сказывается на времени сварки. По этой причине время работы работников уменьшается, следовательно, уменьшается трата на заработную плату.

В-третьих, незначительно уменьшается использование вспомогательных материалов, чем при базовой технологии изготовлении крышки лабиринта.

Список литературы:

1. Гуревич, С. М. Справочник по сварке цветных металлов [Текст] / С.М.Гуревич – Киев: Науков. Думка, 1990. – 512 с.

2. Свариваемость материалов [Текст] / под ред. Э. Л. Макарова. – М.: Металлургия, 1991. – 528 с. – (Сварка и свариваемые материалы: справочник в 3-х т. / В.Н. Волченко ; т. 1).

3. Марочник сталей и сплавов [Текст] / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С.А.Вяткин ; под ред. В. Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640с.

4. Багрянский, К. В. Сварка никеля и его сплавов [Текст] / К. В. Багрянский, Г.С.Кузьмин – М.: МАШГИЗ, 1963. – 162 с.

5. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов / под ред. Г. Г. Чернышова и Д.М. Шашина. – СПб.: Лань, 2013. – 461 с.

6. Сварка. Резка. Контроль [Текст] / под ред. Н. П. Алешина, Г. Г. Чернышева – М.: Машиностроение, 2004 – 624 с. – (Сварка. Резка. Контроль: справочник в 2-х т. / под ред. Н. П. Алешина, Г. Г. Чернышева ; т. 1).

7. Способ подготовки никелевых сплавов под сварку [Текст]: пат. 1501420 Рос. Федерация: МПК В23К 33/00 / Багдасаров Ю.С., Сорокин Л.И., Назаров И.В., Скугорев В.С. - №4371420/27, заявл. 30.11.1987; опубл. 15.08.1994

Перспективные направления развития альтернативных технологий обработки современных материалов ракетно-космической техники

Клюшников М.В., Хохлов Ю.Н., Прохорова М.А.
Научный руководитель — Васильева Т.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
maxno818@gmail.com

На расширенном заседании президиума НТС ФГУП «ВИАМ» были рассмотрены стратегические направления развития материалов на период до 2030 года. В их основу в первом приоритете входит развитие машиностроения. Анализ тенденций развития материалов для авиа- и ракетостроения в целом показал, что в ближайшем будущем широко будут применяться различные типы композиционных материалов, среди которых можно выделить самоадаптирующиеся полимерные композиционные материалы, информкомпозиты и интеллектуальные механокомпозиты. Уникальные свойства данных типов материалов обусловлены в большей степени созданием специфической периодической структуры, нежели сложением отдельных свойств связующего и наполнителей. Поэтому именно сохранение структуры является первоочередной задачей в развитии технологий для их последующей обработки.

На данный момент объём механической обработки материалов в тяжелых отраслях машиностроения не превышает ни одна другая технология. Тем не менее она имеет свои недостатки, такие как, например, нарушение структуры и уменьшение прочности материала в зоне обработки. Данные дефекты неприемлемы для материалов нового поколения и требуют серьезных радикальных изменений.

Одним из альтернативных способов сверлению является внедрение заострённого стержня в ещё не до конца отверждённый материал, после чего осуществляется его окончательное отверждение и изъятие стержня из материала. Данный способ был экспериментально апробирован и показал свои преимущества по сравнению с традиционным методом - сверлением, что подтверждает его актуальность при решении проблемы разработки новых технологий обработки структурно-сложных современных композиционных материалов.

Дополнительно была проведена серия экспериментов по созданию отверстий в листовом образце стеклоткани гидроабразивной высоконапорной струёй жидкости. Однако, этот метод оказался не лучше сверления из-за наличия тех же самых дефектов: расслаивание материала в зоне отверстия и перерезание структуры наполнителя.

При разработки схемы реализации внедрения заострённого стержня в композиционный материал были дополнительно исследованы геометрические параметры инструмента, а также их влияние на качество получаемых отверстий. Оптимизация формы инструмента должна способствовать уменьшению энергетических затрат на обработку композиционного материала и увеличению производительности предлагаемого метода.

В перспективы исследования входят выявление влияния формы инструмента и режимов обработки на качество получаемых отверстий, разработка специальной оснастки для реализации данного метода на традиционных фрезерных станках.

Исследования выполнялись в рамках грантов от фонда содействия инновациям по программе УМНИК-18 (в) в соответствии с договором №14727ГУ/2019 и № 14549ГУ/2019.

Список литературы:

1. Комков М.А., Колганов А.В. 2007 Моделирование процесса формования отверстий в композитных конструкциях методом прокалывания неотвержденного полимерно-волокнистого материала // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. 2007. № 3 (68). С. 33-47.

2. Федотов Д.А., Скворцов К.Г. Исследования прочности отверстий, полученных методом прокола // Труды МАИ. Выпуск № 98, 03.15, 2018. — 28 с.

3. Болотин Ю.З., Васильева Т.В., Василенко Е.В. 2014 Сравнение работоспособности конструкций из композиционных материалов с отверстиями, полученными сверлением и прокалыванием // Инженерный журнал: наука и инновации. № 3 (27). С. 6.

4. Комков М.А., Колганов А.В.2003 Формование отверстий в композитных кнструкциях методом прокалывания неотверждённого материала // Материалы 2-ой международной научной конференции «Ракетно-космическая техника: фундаментальные и прикладные проблемы». Москва, МГТУ, 18-21 ноября, с. 9 -13

5. Колганов А.В., Сахоненко В.М. Способ получения отверстий в композиционном материале // Авторское свидетельство № 1445978. Бюлл. №47, 22.08.88

6. Gregory Hache, Christophe Saint Martin Method and device for perforating a thermoplastic composite // Patent № 20110031643 10.02.2011

7. Oliver Diehl, Richard Humpert, Andreas Lembach, Cristian Sowa Method for the manufacture of a hole in a component consisting of a composite material // Patent № 20180326609 15.11.2018

8. Mills, John Barry Method of producing apertures in fiber-reinforced articles such as helicopter rotor blades // Patent № 089755 28.09.83

9. Dixit A., Harlal Singh Mali. Modeling techniques for predicting the mechanical properties of woven-fabric textile composites: a Review // Mechanics of Composite Materials, 2013, vol. 49, no. 1, pp. 1 – 20.

10. A. Langella and M. Durante: Comparison of tensile strength of composite material elements with drilled and molded-in holes. Applied Composite Materials, Vol. 15, pp. 227-239, 2008.

11. Nicholas W. A. Brown. 2016 Development of a Thermally-Assisted Piercing (TAP) Process for Introducing Holes into Thermoplastic Composites // Thesis (Doctoral), University of Surrey

Технологическое обеспечение методов абразивной доводки прецизионных отверстий

Ковязин К.Е.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Курицына В.В.
МАИ, Москва
colonpraim@mail.ru

Абразивная доводка – сложный процесс удаления припуска с обрабатываемой поверхности детали при её относительном перемещении по поверхности притира в результате действия абразивных зерен. Обеспечивает высокое качество поверхностного слоя (Rz = 0,05…0,01 мкм, отклонение формы обработанных поверхностей до 0,05…0,3 мкм). [1]

Механическая доводка в 2 — 6 раз производительнее ручной доводки и обеспечивает стабильное получение эксплуатационных характеристик поверхностей деталей [1].

Целью доводки рассматриваемого прецизионного отверстия является обеспечение зазора между втулкой и плунжером, от которого зависят усилие хода плунжера, гидравлические потери (КПД насоса) и главное – охлаждение рабочих элементов пар трения.

Использование доводки отверстия пастами или каким-либо другим незакрепленным абразивом категорически запрещается, так как вызовет частичное шаржирование поверхности втулки.

Подбирая оптимальные характеристики брусков и регулируя параметры обработки можно управлять процессом обработки, осуществляя непрекращающееся резание металлов в течение достаточно длительного времени. Повышение скорости вращения хонголовки и уменьшение давления разжима брусков приводит к процессу выглаживания поверхности отверстия.

Существует несколько способов повышения точности и качества обработанных поверхностей и уменьшения износа абразивного инструмента при хонинговании.

При электрохимическом хонинговании происходит анодное растворение поверхности отверстия путем срезания (разрушения) абразивными брусками пассивирующей пленки. Благодаря этому значительно повышается производительность, точность размеров и геометрической формы. [2] Для защиты необрабатываемых поверхностей наносится защитное покрытие. Данный метод лучше подходит для труднообрабатываемых материалов (титановые сплавы, нержавеющие стали).

Вибрационное хонингование – наложение на деталь или инструмент дополнительного осциллирующего движения. [2]. Нагрев деталей при виброхонинговании меньше, чем при

обычном хонинговании что повышает точность обработки, а вымывание шлама из зоны контакта происходит интенсивнее благодаря периодическому разрыву контакта и небольшому вспениванию СОЖ [3].

Хонингование с наложением синусоидальных осевых и вращательных колебаний на движения хонголовки образует растровую траекторию движения зерен в виде фигур Лиссажу. Также обеспечивает лучшее использование режущей способности абразивных брусков с образованием мелкой стружки, приводящих к повышению интенсивности съема металла. На обработанной поверхности возникает густая сетка следов, повышающая качество обработанной поверхности и её эксплуатационные свойства [3].

Фирмой Micromatic был разработан способ обработки, сочетающий гальваническое осаждение металла с одновременной обработкой поверхности детали хонингованием Hone-Forming. Новым методом получены высокие скорости осаждения (в 20 – 50 раз больше, чем при обычном электроосаждении) меди, никеля, никеля с карбидом, хрома, цинка, олова и некоторых сплавов [2].

На точность обработанного отверстия при хонинговании влияет большое число факторов, но в основном сказывается влияние погрешностей предшествующей обработки (исходные погрешности) и возникающих в процессе хонингования.

На исправление погрешности формы обрабатываемого отверстия в продольном направлении имеет значение длина абразивных брусков и вылет, а в поперечном направлении – давление брусков. Применение СОЖ обеспечивает охлаждение и снижение силы трения по задней поверхности зерен, делая процесс плавным и уменьшая вероятность появления новых дефектов.

Из рассмотренных методов хонингования, был выявлен наиболее оптимальный — виброхонингование, при котором, из-за низкой шероховатости обработанной поверхности и наличия на ней достаточно хорошей сетки из рисок-царапин улучшается гидравлическое сопротивление в паре плунжер-отверстие, повышая тем самым характеристики самого агрегата в целом. Обеспечивается высокая стойкость абразивных и алмазных брусков. При комбинировании вибрационного процесса и процесса с изменяемой скоростью резания происходит увеличение производительности и качества обработанной поверхности. Метод гальванического хонингования оказывается наиболее выгодным для ремонта и исправления дефектов плунжерного отверстия.

Список литературы:

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. С74 Т. 2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.

2. Хонингование: [монография] / [А. П. Бабичев, Ю. Н. Полянчиков, А. В. Славин, В. М. Шумячер, М. Ю. Полянчикова, Л. В. Гусакова]; под ред. А. П. Бабичева; М-во образования и науки Рос. Федерации; Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т; Донской гос. техн. ун-т. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2013. – 245, с.

3. Подураев В. Н. Алмазное вибрационное хонингование отверстий в стальных закаленных деталях / В. Н. Подураев, А. А. Суворов, В. И. Карпов // Сб. ст. «Синтетические алмазы в промышленности». – Киев: Наукова Думка. – 1974.

Применение рамановской спектроскопии для анализа покрытий сформированных в процессе ЭИЛ на титановые сплавы

Корешков А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бойцов А.Г.
МАИ, Москва
koresh199304@gmail.com

На протяжении последних лет рамановская спектроскопия все чаще и чаще применяется для определения различных материалов, благодаря её портативности и гибкости при анализе проб. Рамановская спектроскопия (спектроскопия комбинационного рассеяния) – это технология, которая позволяет выявлять неизвестные химические вещества посредством

регистрации того, как молекулярные цепи в процессе вибрации рассеивают падающее лазерное излучение, разделяя его при этом на отдельные частоты. Считается, что данный метод может являться наилучшим аналитическим методом для контроля изменений в молекулярной структуре связей.

По сравнению с другими методами спектроскопии, например, спектроскопии в ближней инфракрасной области или Фурье спектроскопии, рамановская спектроскопия имеет ряд достоинств, а именно:

• Не требуется специальная подготовка образца;

• Метод нечувствителен к полосам поглощения (рамановский эффект наблюдается в рассеянном свете от образца, а не в спектре поглощения образцом света);

• Окружающая среда практически никак не влияет на результаты исследований, поэтому при проведении исследования не требуется вакуумирование, экстракции или сушке;

• Рамановская спектроскопия является бесконтактны и неразрушающим методом анализа, поэтому отсутствует необходимость менять химическую или физическую структуру образца;

• Спектральный диапазон никак не зависит от изучаемых колебательных особенностей;

• Анализ образцов можно проводить в водных растворах и др.

Применять данный метод рекомендуется для исследования углеродных связей, выявления связей, которые трудно увидеть в ИК спектрах (например, O–O, C=C) и т.п.

В данном докладе рассмотрено применение метода рамановской спектроскопии для анализа покрытий, сформированных в процессе ЭИЛ на титановые сплавы, на примере использования микроскопа-спектрометра модели U1000, компании Renishaw (Англия), оборудованным монохроматором SPEX. Микроскоп позволяет регистрировать спектры КР с высоким пространственным разрешением. В качестве возбуждающих источников света используются лазеры с длинами волн 514,5 и 633 нм.

При исследовании использовался лазер с длиной волны 514,5 нм. В ходе эксперимента было выявлено, что образец неоднороден. В исследуемых покрытиях локально присутствовали участки с высокой степенью кластеризации графитовых слоев, присутствовали sp2 углерод, либо с sp3 углеродом. В исследуемых образцах наблюдалось увеличение разупорядочения C – C связи, а также присоединение атомов водорода и кислорода к атомам углерода, имеющих свободные валентности ID/IG = 1,57

Формирование состава покрытия связано с особенностями протекания процессов эрозии и переноса материала анода – графита на катод и его взаимодействия с титановой подложкой. Благодаря интенсивным процессам диспергирования и сублимации анода – графита уже в начале процесса ЭИЛ на катоде в зоне воздействия разрядов появляется слой мелкодисперсного графита, который при дальнейшей обработке покрывает всю легируемую поверхность. Последующие разряды протекают в этом слое и через него, который, возможно, и защищает жидкую фазу титана от интенсивного окисления. Во-вторых, наличие большой концентрации углерода в зоне появления жидкой фазы титана обеспечивает в первую очередь синтез TiC (хотя у титана более высокое сродство к кислороду) и диффузию углерода в титановую подложку.

Список литературы:

1. Обеспечение износостойкости титановых сплавов локальным карбооксидированием. Корешков А.В., Бойцов А.Г., Современные материалы, техника и технологии. 2018. № 1 (16). С. 38-46.

2. https://www.czl.ru/tgroups/introduction-to-raman-spectroscopy/

3. Денисов Л.В. Обеспечение эксплуатационных свойств деталей и узлов ГДТ локальным поверхностным легированием, диссертация ктн: 05.07.05, защищена 2018, Москва 2018, 158 стр.

Концепция четвертой промышленной революции «Индустрия 4.0»

Коряков С.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Юрин В.Н.
МАИ, Москва
stas.aion@yandex.ru

Со второй половины 18 века по настоящее время происходили серьезные изменения общества, связанные с переходом от аграрного общества, в котором преобладал ручной ремесленный труд, к индустриальному обществу, где преобладает машинный фабричный труд. Этот переход произошел в течение жизни примерно четырех поколений, сопровождаясь значительным ростом производительности труда, урбанизацией, быстрым экономическим ростом (ранее он занимал столетия) и улучшением качества жизни людей. Данные процессы принято делить на 4 этапа –промышленные революции (ПР).

Первая ПР — конец 18 в. – начало 19 в. — связана с изобретением парового двигателя, определившим вектор дальнейшего развития производства, металлургии и транспорта.

Вторая ПР — конец 19 в. – начало 20 в. — связана с изобретением конвейера и поточного массового производства, электричества, телефона и телеграфа, а также с развитием нефтяной и химической промышленности.

Третья ПР – конец 20 в. по настоящее время – связана с развитием электроники, оборудования с ЧПУ, робототехники инфокоммуникационных технологий (ИКТ).

Четвертая ПР – «Индустрия 4.0» – характеризуется развитием машиностроения на основе автоматизированных гибких производств, объединенных единым информационным пространством цифровых сетей и интернета, использования автоматизированных средств контроля загрузки и надежности оборудования, искусственного интеллекта.

Индустрия 4.0 – новая концепция функционирования машиностроения, основанная на синергии физических, информационных и вычислительных ресурсов в так называемых киберфизических системах, позволяющих осуществлять обратную связь и контроль производства на всех его этапах в режиме реального времени без непосредственного присутствия человека.

С развитием ИКТ появились стабильные глобальные каналы связи, обеспечивающие быстрый обмен большими объемами данных. При глобальной цифровизации всех процессов жизненного цикла изделий открываются новые возможности эффективной кооперации территориально удаленных “умных заводов”, их динамической адаптации под изменяющиеся внешние условия в соответствии с постоянно поступающей новой информацией, а облачные вычисления на основе искусственного интеллекта позволят планировать и оптимизировать процессы производства по использованию ресурсов и снижению стоимости конечного изделия.

Одними из основных составляющих концепции «Индустрия 4.0» являются интернет вещей и интернет услуг. Они обеспечивают оперативное проектирование и изготовление изделий, выполнение услуг, определяемых как индивидуальными предпочтениями потребителя, так и “умными” устройствами, интегрированными в физические объекты. В результате использования сквозных цифровых технологий изменяющиеся требования к изготовлению изделия могут оперативно передаваться в гибкие производства для изготовления с использованием автоматизированных систем, следящих за техническим состоянием оборудования, а при отказах – умеющих отправить вызов наладчика, сформировать заказ на ремонт, приобретение деталей/узлов и т.п.

Таким образом концепция «Индустрия 4.0» является логическим развитием третьей ПР, при успешном её воплощении в жизнь, она способна существенно повысить производительность труда [2], кардинально изменить образ жизни и мышления человека, принципиально изменить производственные и товарные отношения в обществе. Эти изменения связаны в первую очередь с персонализацией нового производства, которое за счет своей гибкости будет способно производить уникальные изделия по стоимости массовых без необходимости перестраивания производства. Роботизация и автоматизация также

способствуют созданию компактных предприятий, способных выпускать широкую номенклатуру изделий в регионах, что потенциально может снизить логистическую нагрузку и сократить привлечение человеческих ресурсов для организации производства, что в свою очередь, будет сопровождаться увеличением количества свободного времени людей для отдыха и занятий творческим и интеллектуальным развитием.

Развитие лидеров отечественного и зарубежного машиностроения идет по пути реализации концепции «Индустрия 4.0» [1]. Однако на пути воплощения этой концепции в жизнь имеется ряд препятствий, без решения которых, серьезных изменений достичь не получиться.

Данная тема является актуальной и требует дальнейшего анализа опыта и направлений развития, без которых невозможно будет решить возникающие проблемы и прогнозировать сценарии реализации концепции «Индустрия 4.0».

Список литературы:

1. Информационные технологии в оборонно-промышленных комплексах России и стран НАТО. / В.Д. Киселев, О.Н. Рязанцев, Ф.А. Данилкин, А.М Губинский. – М.: Издательство «Знание», 2017. – 256 с.

2. Злыгарев В.А., Юрин В.Н. Анализ производительности инженерного труда для построения CALS-систем. / Применение ИПИ (CALS)-технологий для повышения качества и конкурентоспособности наукоемкой продукции. Материалы V Межд. конф. (форума). — М.: МВМ, 2003. — С. 75-79.

Методика формирования номенклатуры изделий аддитивного производства предприятия (отрасли)

Краснова Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Саушкин Б.П.
Московский Политех, Москва
katusha0112@yandex.ru

Аддитивные технологии (АТ) – инновационный прорыв в сфере технологий машиностроения, основными направлениями развития которого являются: автоматизация процессов пост-обработки, увеличение объема новых знаний, стандартизация и кооперация, а также кибербезопасность [1]. В настоящее время на предприятиях машиностроительных отраслей первоочередной и практически значимой задачей является разработка номенклатурного перечня изделий (НПИ), которые целесообразно производить с помощью АТ. Методика разработки НПИ включает в себя алгоритм, который состоит из ряда этапов и итерационных процедур. Первым этапом алгоритма является анализ инновационного потенциала (ИП) предприятия, показывающего его готовность к освоению и внедрению АТ [2,3]. Если уровень ИП предприятия (отрасли) соответствует переходу к аддитивному производству (АП), то следует приступить к формированию вектора критериев изделий. Он складывается из единичных критериев, которые определяют область эффективного практического использования применяемой АТ [4]. Следующим этапом является формирование системы условий и ограничений, которая обозначает границы значения каждого единичного показателя и способствует снижению мощности множеств изделий для дальнейшего рассмотрения. В соответствии с алгоритмом далее формулируются правило выбора, в основном осуществляемое в виде граничного условия, по которому ведется отбор изделий и реализуемое методом экспертных оценок или директивным путем на основе имеющегося опыта. Классификация всего множества изготавливаемых на предприятии (в отрасли) изделий на группы по ряду признаков позволяет использовать принципы унифицированного производства. Формирование экспертной группы и проведение экспертизы деталей на последующих этапах проводится в соответствии с государственными стандартами, положениями или рекомендациями [5,6]. Результат проведения данных процедур заключается в анализе субъективных мнений экспертов и оценкой точности экспертизы [7]. Организация НИОКР выполняется при недостаточной достоверности

экспертной оценки. Конструктивно-технологическая доработка изделий проводится в большинстве случаев, однако при отсутствии такой необходимости следует перейти к следующему этапу укрупненной технико-экономической оценки (УТЭО). Данная методика оценки основана на сравнении удельных ресурсозатрат при изготовлении изделия по существующей технологии и технологии АП [8]. Если технико-экономический эффект изделий подтвержден и соответствует условиям и ограничениям, то необходимо сформировать предварительный НПИ. Такой перечень содержит перспективные и выпускаемые изделия, изготовление которых аддитивным методом снижает издержки производства. Распределения изделий по группам по конструктивно-технологическим признакам обеспечивает качественный состав оборудования АП. Далее производится расчет потребного количества оборудования, а также формируется и оценивается состава и требуемое количество исходных материалов для АП. Предприятия (отрасли), располагающие необходимыми ресурсами, имеют возможность сформировать и утвердить НПИ с дальнейшей технологической подготовкой и внедрением АТ. В случае отсутствия необходимого оборудования следующим шагом алгоритма является план технического перевооружения и развития предприятия. Разработанная методика при её детальном уточнении и внедрении на конкретном предприятии позволит обеспечить обоснованный подход к внедрению АТ в производственный процесс. Методика формирования НПИ способствует разработке поэтапного плана освоения АТ предприятием (отраслью), а также поддержке конкурентоспособности предприятия, обеспечивая его устойчивое развитие.

Список литературы:

1. Wohlers Report 2019 Details Striking Range of Developments in Additive Manufacturing Worldwide. [Электронный ресурс] https://wohlersassociates.com/press77.html.

2. Машиностроение в условиях инновационной парадигмы развития производственных систем: монография / Ю.А. Моргунов, Б.П. Саушкин; под науч. ред. Б.П. Саушкина. Москва.: Московский Политех, 2019. 340 с.

3. Краснова Е.В. Инновационный потенциал аддитивной технологии селективного лазерного сплавления / Сборник тезисов докладов «Гагаринские чтения-2019» XLV Международной молодежной научной конференции, 2019. С. 785-786.

4. Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. Аддитивные технологии для авиакосмической техники // Аддитивные технологии. 2016. №1. С. 6−15.

5. ГОСТ 23554.0-79. Система управления качеством продукции. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Основные положения. М., 1982. 21 с.

6. ГОСТ 23554.1-79. Система управления качеством продукции. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Организация и проведение экспертной оценки качества продукции. М., 1983. 22 с.

7. Научно-техническая экспертиза инновационных проектов и решений: учеб. пособие / А.Г. Бойцов, В.В. Курицына, В.Б. Дудаков. М.: Щербинская типография, 2017. 274 с.

8. Расчеты экономической эффективности новой техники: Справочник / Под общ. ред. К. М. Великанова. Л.: Машиностроение. 1990. 448 с.

Конструктивно-технологические аспекты использования унифицированного газогенератора

Крикун И.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ильинская О.И.
МАИ, Москва
koban009@mail.ru

Газогенератор (ГГ) является сложным и ответственным модулем газотурбинного двигателя, в котором сосредоточены дорогостоящие наукоемкие материалы и технологии. Стоимость разработки ГГ составляет значительную часть стоимости всего двигателя, поэтому разработка семейства двигателей на основе разработанных конструктивных модулей и узлов позволяет существенно снизить стоимость жизненного цикла ГТД.

Являясь наиболее напряженной по прочности, тепловым нагрузкам частью двигателя, газогенератор состоит из компрессора высокого давления, камеры сгорания и турбины высокого давления, работающих при наибольших давлении, температуре в тракте двигателя и наибольших окружных скоростях. КПД этих узлов непосредственно влияют на тягу и экономичность двигателя, определяя его техническое совершенство, применение перспективных технологий.

Базовый газогенератор может использоваться полностью унифицированным или с доработкой узлов. Применение унифицированного ГГ возможно, если изменению подвергаются внешние узлы двигателя. Например, для различных серий НК-8 использовался унифицированный ГГ, а узлы компрессора и турбины низкого давления претерпевали конструктивно-технологические изменения. Доработка газогенератора требуется в тех случаях, когда необходимо создать семейство двигателей для планеров различного назначения.

В работе проведен анализ отечественного и зарубежного опыта разработки семейств ГТД летательных аппаратов различного назначения на основе использования базового генератора с учетом конструктивно-технологических вопросов.

Технология совершенствования охлаждаемых лопаток на этапе конструкторско-технологической доводки

Кружалов А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Викулин А.В.
МАИ, Москва
acakupo8@mail.ru

Одной из основных проблем конструкторско-технологической доводки охлаждаемых лопаток газовых турбин является необходимость в оперативном исследовании опытной конструкции с получением высокоточных результатов. В данной работе представлена технология доводки охлаждаемых лопаток по тепловому состоянию и технологичности, позволяющая изменять конфигурацию охлаждающего тракта лопаток в широких пределах, снизить трудоемкость и материальные затраты на производство. Предлагаемая поэтапная технология доводки позволяет экспериментально оценить работоспособность проектной системы охлаждения, обозначить пути совершенствования её конструкции.

Первоначальный этап доводки лопатки связан с созданием модификаций её базового варианта, отличающихся друг от друга конструктивным исполнением внутренней полости.

При создании проекта базовой конструкции опытной лопатки, при заданных эксплуатационных параметрах (расходные характеристики и нормативные температурные характеристики по перу), на основании анализа банка экспериментальных данных и известных эмпирических зависимостей по теплообмену выбирается наиболее оптимальная система интенсификации теплообмена и создается первоначальный вариант конструктивного исполнения охлаждающего тракта, представляющий собой упрощенный по конфигурации и материалу модуль, изготавливаемый на универсальном оборудовании (этап модульной доводки).

Следующей стадией является переход к мелкосерийному производству и отработка базового варианта конструкции лопатки. При этом целесообразно использовать технологию имплантации. На данном этапе разработаны и изготовлены штамп для производства керамических стержней, формирующих охлаждающий тракт, и технологическая оснастка для процесса литья по выплавляемым моделям.

Окончательная доводка связана с изменением геометрии формирующих полости системы охлаждения керамических стержней с учётом полученных нормативных данных.

Использование разработанной технологии доводки и тепловых испытаний совместно с теплогидравлическими характеристиками исследованных щелевых трактов охлаждения лопаток турбины сократило сроки и производственные затраты на их изготовление и доводку, расширило информационную экспериментальную базу, за счет чего увеличилась точность

расчетов и проектирования систем охлаждения лопаток высокотемпературных газовых турбин

Список литературы:

1. Викулин А.В., Попов В.Г., Ярославцев Н.Л. Анализ возможности расширения диапазона регулирования пропускной способностью каналов сложной конфигурации теплонапряженных конструкций // Авиационная промышленность. 2013 № 2. С. 20–28.
2. Викулин А.В., Ярославцев Н.Л., Земляная В.А. Исследование теплообмена в системах охлаждения теплонапряженных конструкций // Теплоэнергетика. 2017 № 1 С. 39–44.
3. Викулин А.В., Попов В.Г., Чеснова В.А. Совершенствование конструкции охлаждаемых лопаток высокотемпературных газовых турбин с целью повышения надежности и ресурса работы современных авиационных ГТД и энергетических ГТУ // Вестник Рыбинской гос. авиационной технологической акад. им. П.А. Соловьева. 2012 № 2(23). С. 7–11.
4. Викулин А.В., Ярославцев Н.Л., Земляная В.А. Исследование транспирационного охлаждения лопаток высокотемпературных газовых турбин // Теплоэнергетика. 2019 №6. С.1-6.
5. Викулин А.В., Кружалов А.Г., Маришкин В.В., Сидоров Д.Н. Конструкторско-технологическая доводка охлаждаемых лопаток высокотемпературных газовых турбин. // Авиационная промышленность. 2019. № 2. – С. 20-25.

Изготовление деталей сборочных единиц газотурбинных двигателей методом электронно-лучевой сварки на предприятии АО ОДК

Крылов К.А.
АО «ОДК», Москва
ayatakoi.odin@gmail.com

Сущность процесса электронно-лучевого воздействия состоит в том, что энергия, сформированного в вакууме электронного пучка, превращается из кинетической в тепловую в зоне обработки. Так как диапазоны концентрации энергии в пучке велики, то на практике возможно получение всех видов термического воздействия на материалы: нагрев до заданных температур, плавления и испарения с очень высокими скоростями.

Основной объем теоретических и экспериментальных исследований процесса электронно-лучевого воздействия выполнен для диапазона плотностей мощности 106 Вт/см^2.

Электронно-лучевое воздействие в этом диапазоне характеризует феномен «кинжального», или глубокого, проплавления с соотношением глубина шва к его ширине 10:1 и более. Увеличение концентрации плотностей мощности до ~107 Вт/см^2 приводит к переходу от «кинжального» проплавления к образованию отверстия в материале. Нагрев при концентрациях мощности менее 105 Вт/см^2 сопровождается обычной полусферической формой проплавления металла.

Данные процессы на предприятии АО "ОДК" мы можем наблюдать на участке электронно-лучевой сварки в одном из цехов предприятия.

С 2004 г. на предприятии начался процесс обновления парка электронно-лучевых установок, в рамках которого установки ЭЛУ 9Б и ЭЛУ 20 заменены на инновационное оборудование EBOCAM KS-36, EBOCAM KS-120. На установках типа “EBOCAM” установлены электронно-лучевые генераторы серии EBOGEN с высоким напряжением, достигающим 150 кВ. ЭЛУ 9Б и ЭЛУ 20, в свою очередь, оснащены пушками ЭП 60/15 с ускоряющим напряжением 60 кВ. Переход на более высокое ускоряющее напряжение позволяет производить сварку на большие толщины. Например, предельная глубина сварки титана увеличилась до 50 мм, а предельная глубина жаропрочных сталей до 70 мм. На установке ЭЛУ 20 пушка была внутрикамерная, это накладывало ряд ограничений, например, на смену катода без напуска воздуха в камеру. На установках типа “EBOCAM” независимая откачка камеры и пушки, что позволяет менять катод, не развакуумируя камеру, а также позволяет менять детали не разгермитизируя пушку, это увеличивает срок службы катода. В отличии от установок типа “ЭЛУ” все установки типа “EBOCAM” оснащены системой ЧПУ, облегчающей работу операторов и позволяющей контролировать и записывать параметры

сварки, а также уменьшить вероятность случайных ошибок оператора. Ещё одним серьезным отличием является вид камер. На установке ЭЛУ 9Б была цилиндрическая камера, на всех новых установках камеры прямоугольной формы, эта разница дает возможность обрабатывать больший типоразмер деталей, однако появляется необходимость откачивать больше воздуха для создания “технического” вакуума

На предприятии АО "ОДК" на установках EBOCAM KS-36, EBOCAM KS-120, изготавливают серийные выпускаемые, а также освоено производство деталей сборочных единиц новых изделий. Номенклатура свариваемых деталей насчитывает более 70 наименований.

На имеющемся оборудовании возможно производить не только сварку в замок, но и с обратным формированием сварного шва, что исключает дополнительную механическую обработку после сварки. Так же возможно сваривать окончательно механически обработанные детали, например, шестеренки.

На предприятии успешно проведены работы по восстановлению вернувшихся из эксплуатации колес вентилятора первых ступеней. Успешный ремонт колес вентилятора позволяет значительно экономить как титан, потраченный на их изготовление, так и нормо-часы, затраченные на производство этих высокотрудоемких деталей.

Таким образом можно сделать вывод что модернизация оборудования на предприятии, за счет увеличения ускоряющего напряжения позволили повысить качество деталей, уменьшив осевую усадку, а также осевое и угловое коробление, снизить затраты на их изготовление, а также уменьшить время их изготовление.

Перспективы использования в аэрокосмической отрасли волновых редукторов с промежуточными телами качения

Ксензов И.А., Бурлаков М.А.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
ksenzov2000@mail.ru

В аэрокосмической отрасли нередко используются механизмы преобразования движения (редукторы), основанные на волновой передаче, работающей по принципу передачи вращательного движения за счет бегущей волновой деформации одного из зубчатых колес [1]. Их применяют в промышленных роботах и манипуляторах, в приводах грузоподъемных машин, а раньше применяли в луноходах и лунных экспедициях. Они зарекомендовали себя надежными (за счет зацепления сразу несколькими зубьями) и эффективными. Но одним из главных недостатков является сложное и практически индивидуальное изготовление состав-ных частей, таких как волновой генератор и гибкое колесо [1]. Решить это возможно переходом к использованию волновых передач с промежуточными телами качения (далее ВП ПТК).

ВП ПТК так же, как и обычная волновая передача, имеет высокий КПД, малый момент инерции, высокую надежность, продолжительный срок службы, высокое передаточное число, износостойкость и компактность, но к тому же ещё и ремонтопригодность.

ВП ПТК могут заменять и другие передачи. Она многократно превышает червячную передачу по износостойкости, по плавности хода, по точности и другим характеристикам. К примеру, при равных нагрузках и скоростях движения рабочего звена электроприводы, оснащенные волновым редуктором ПТК, по сравнению с аналогом, имеющим червячный редуктор, позволили в четыре раза понизить вес, в два раза уменьшить размеры, в 1,9 раза снизить мощность электродвигателя, в 12 раз повысить гарантированную наработку и в 2,5 раза увеличить продолжительность эксплуатации. [2]

Таким образом, переход к использованию ВП ПТК позволит снизить затраты на починку и сохранить, а в некоторых моментах и улучшить характеристики редуктора за счет передачи крутящего момента пятьюдесятью процентами тел качения. В теории, все волновые передачи можно заменить на передачи с ПТК. Например, использовать их в поворотных механизмах солнечных панелей космических аппаратов и станций.

Но помимо всех достоинств, представленных выше, стоит упомянуть и о недостатках. Волновая передача с промежуточными телами качения ещё не слишком распространена и её производство не отработано в должной мере. В том числе не составлены государственные и отраслевые стандарты. По этим причинам и ещё ряду не рассмотренных в данной работе проблем перспективная технология и не успела получить особого распространения в аэрокосмической и смежных отраслях.

В заключение стоит отметить, что перспектива использования ВП ПТК заключаются в его дальнейшем развитии, формировании стандартов, отработки производства и последующем внедрении в различные отрасли.

Список литературы:

1. http://www.teormach.ru/lect14.htm

2. Гарбузов А.А. Волновые редукторы с промежуточными телами качения// Сибирский федеральный университет. [Электронный ресурс] — https://gagarin.mai.ru/files/2019/Abstracts_2019.pdf

3. Янгулов В.С. Волновые редукторы с промежуточными телами качения (состояние, результаты и задачи)// Томский политехнический университет. [Электронный ресурс] — https://core.ac.uk/download/pdf/53065847.pdf

Применение ауксетиков при проектировании летательных аппаратов

Куприянова Я.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Парафесь С.Г.
МАИ, Москва
nyanina17@yandex.ru

Как правило, силовые элементы летательных аппаратов (ЛА) выполняются в виде единой либо разборной металлической конструкции с дополнительными элементами для разъемных соединений. Такие решения технологически проще в исполнении и экономически выгоднее по сравнению со сложными цельнометаллическими конструкциями.

При проектировании шпангоутов для разборных конструкций встает вопрос снижения массы для повышения эффективности ЛА.

Хорошие результаты при расчетах на прочность показывают ячеистые конструкции шпангоутов, состоящие из элементов с ауксетическими свойствами. Благодаря отрицательному коэффициенту Пуассона, при осевом сжатии цилиндрического шпангоута на основе ауксетика его внутренний диаметр увеличивается, позволяя производить необходимые технологические действия. В то же время, при внешней, в том числе локальной сжимающей нагрузке ауксетик эффективнее обычного материала поглощает энергию и оказывает сопротивлении разрушению, что может быть полезным для защиты конструкции от ударов.

В данной работе разрабатывается технология, при которой шпангоут беспилотного летательного аппарата (БЛА) изготавливается в виде подкрепляющей оболочки с ауксетическими свойствами и фиксируется внутри обшивки БЛА без использования дополнительных крепежных соединений. Такую идею можно реализовать с помощью аддитивных технологий.

Было проведено исследование напряженно-деформированного состояния при сжатии ауксетической оболочки с различными параметрами конструктивных элементов и выбрана оптимальная форма ячейки шпангоута.

Создание высокотехнологичного оборудования для испытаний рамы двигателя ракеты-носителя среднего класса

Ломакин И.В., Юхневич С.С., Сафонов В.С.
Научный руководитель — Юхневич С.С.
АО КБХА, Воронеж
igronsss@gmail.com

Одним из основных элементов жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) является рама, которая предназначена для раскрепления агрегатов, блоков и других узлов. Обеспечение качания камер сгорания двигателя в режиме управления вектором тяги, увеличение технологичности при сборке и транспортировке, передача усилия тяги на фланец бака ракеты, являются основными показателями работоспособности рамы [1]. При работе ракеты-носителя рама испытывает максимальные нагрузки.

Для подтверждения работоспособности рамы двигателя в составе ЖРД, производятся её статические испытания, имитирующие нагрузки. Одним из основных параметров рамы является жёсткость [2]. Раму ЖРД испытывают на сжатие, прикладывая нагрузку, определённой величины, к привалочной плоскости определённой величины. В случае возникновения дефектов не допускается их устранение. С целью определения фактической максимальной нагрузки, которую может выдержать рама, проводятся испытания до разрушения.

Для проведения внутренних испытаний в АО «КБХА» разработана проектно-сметная документация на специализированный стенд. Испытательное оборудование представляет собой железобетонный каркас, в основании которого расположены четыре гидроцилиндра, стендовый стол и стойки крепления датчиков для измерения осевых перемещений элементов рамы во время испытания [1]. Перед началом испытаний раму закрепляют на стендовом столе по установочным отверстиям, затем устанавливаются тензорезисторы. Тяги рамы крепят через технологические отверстия к штокам гидроцилиндров. После раскрепления рамы, включаются гидроцилиндры, которые путём перемещения штоков в нижнее положение воспроизводят нагружения рамы. Специальные тензорезисторные датчики измеряют перемещения элементов рамы [2,3]. Затем полученные данные проверяются на соответствие конструкторской документации и выдаётся заключение о годности изделия.

Представленное уникальное оборудование позволяет с необходимым уровнем точности производить испытания рам ЖРД. Подтверждение работоспособности рассматриваемого узла исключает возможность нештатных ситуаций с рамой при работе жидкостного ракетного двигателя в составе ракеты-носителя среднего класса, что повышает надёжность не только ЖРД, но и ракеты-носителя в целом.

Список литературы:

1. Смоленцев Е.В., Крохин Д.Е., Миронцев В.С. Технология чистового разделения материалов с переменной обрабатываемостью по многослойным шаблонам/ Материалы межд. научного симпозиума технологов-машиностроителей Донской государственный технический университет, 2017. с. 240-242.
2. A.Yu. Ryazantsev S.S Yukhnevich. Use of combined methods of treatment to obtain artificial roughness on the parts' surfaces/MATEC Web of Conference: International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2018),224,01058(2018)
3. А.Ю. Рязанцев, О.Н Кирилов. Механизм чистовой обработки электродом-щёткой/ Сборник научных трудов «Вестник Воронежского государственного технического университета»/ Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», выпуск №5(11),2015, с. 13-17.

Влияние ГИП и термической обработки на микроструктуру и свойства сплава ЭП741НП, полученного методом СЛС

Лопатина Ю.В., Басков Ф.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Левашов Е.А.
НИТУ МИСиС, Москва
jullylop1099@yandex.ru

На сегодняшний день жаропрочные никелевые сплавы широко применяются в ракетном и авиастроительном производстве для изготовления ответственных деталей двигателей, газовых турбин энергетических установок. Преимущество таких сплавов перед другими материалами заключается в высоких эксплуатационных свойствах и высокой рабочей температуре (650-900 ^{0} С) по сравнению с другими сплавами. Однако изготовление изделий со сложной геометрией из высоколегированных жаропрочных никелевых сплавов по традиционной порошковой технологии является трудоёмким и дорогостоящим процессом. Поэтому, наиболее эффективным и перспективным решением данных проблем является использование аддитивных технологий (АТ), а именно метода селективного лазерного сплавления (СЛС). Технология СЛС заключается в послойном избирательном сплавлении порошкового материала лазерным источником.

В свою очередь, технология СЛС не обеспечивает необходимую для эксплуатации данного сплава дисперсионно-упрочненную (ДУ) структуру, а также в выращенных образцах наблюдаются такие дефекты как внутренняя пористость и микротрещины. Для устранения подобных структурных дефектов, а также для формирования ДУ-структуры, используется горячее изостатическое прессование (ГИП) в комбинации с комплексной термической обработкой (ТО), сочетающей закалку с последующим старением. Цель данного исследования заключалась в изучении влияния различных комбинаций термических пост-обработок (ГИП, ТО, ГИП+ТО) на микроструктуру и механические свойства сплава, полученного методом СЛС. В качестве исходного материала для СЛС являлся порошок жаропрочного никелевого сплава ЭП741НП, полученный методом плазменного центробежного распыления в АО «Композит». В работе проведены исследования механических характеристик с использованием следующих методов: наноиндентирование, испытания на растяжение, определение твердости по Виккерсу.

В результате исследования в СЛС образцах обнаружена однородная микроструктура с развитыми субзернами (блоками), также выявлена внутренняя микропористость и единичные трещины. В свою очередь, образцы, прошедшие только ГИП, обладают не до конца сформированной ДУ структурой с упрочняющими частицами неправильной формы, а также имеют дефекты в виде пальцеобразных отростков на частицах упрочняющей фазы. При этом, в ходе ГИП обработки устранены трещины и микропористость, что привело к снижению общего уровня пористости в 10 раз. Образцы после ТО обладают сформировавшейся ДУ структурой, но ввиду отсутствия ГИП обработки в образцах присутствуют вышеупомянутые дефекты, сформировавшиеся на этапе СЛС, которые снижающие свойства изделий. В образцах ГИП+ТО обнаружена наиболее однородная структура и более четкие частицы кубоидальной упрочняющей фазы. Полностью отсутствуют пальцеобразные отростки, частицы неправильной формы, трещины и внутренняя пористость. Результаты определения механических свойств у образцов проиллюстрировали, что применение полного комплекса пост-обработки по сравнению с образцами после СЛС приводит к значительному увеличению механических свойств: твердости на 56 HV, модуля Юнга на 33,5±8,5 ГПа, предела прочности на 372 МПа, предела текучести на 170 МПа и упругого восстановления на 24,19 %.

По полученным данным можно сделать вывод о том, что образование прочной ДУ структуры, а также наиболее высокие эксплуатационные характеристики достигаются при использовании комбинации ГИП+ТО, что позволяет считать данный метод оптимальным для повышения качества СЛС деталей и дальнейшего изучения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного Фонда (Проект № 19-79-10226).

Исследование возможностей аддитивных технологий в производстве теплообменных аппаратов

Лукин А.С.
Научный руководитель — Зязева Т.Ю.
МАИ, Москва
fleakerby@gmail.com

На сегодняшний день теплообменные аппараты (ТОА) применяются во многих отраслях современной промышленности.

Применение традиционных методов проектирования и изготовления теплообменных аппаратов не позволяет существенно увеличить эффективность теплообмена, снизить массовые и габаритные характеристики, так как при текущем уровне развития технологий в области изготовления данного изделия нет возможности изготовить требуемую для усовершенствования характеристик форму теплообменного канала.

Улучшения имеющихся конструкций способствуют лишь несущественному увеличению производительности.

Таким образом, с целью значительного повышения характеристик теплообменного аппарата все большее применение при проектировании получают методы математического моделирования, в том числе для выбора оптимальной геометрии канала, также активно прорабатываются вопросы изготовления ТОА с применением аддитивных технологий, ведется поиск инновационных высокотемпературных композитных материалов.

В данной работе проведен анализ теплообменных аппаратов различных видов, рассмотрены их отличительные особенности, достоинства и недостатки.

Также показаны примеры нескольких самых распространенных и часто применяемых в авиационной и ракетно-космической отрасли теплообменных аппаратов, таких как спиральный, пластинчатый и кожухотрубный.

Рассмотрены и проанализированы различные методы изготовления подобного рода изделий с применением аддитивных технологий:

• Метод селективного лазерного спекания порошка (SLS);

• Прямое лазерное спекание металлов (DMLS).

Указанные выше методы позволяют создать форму теплообменных каналов любой сложности, что значительно увеличивает производительность и эффективность теплообменных аппаратов относительно тех, которые изготовлены по традиционным технологиям.

В рамках работы произведен анализ мирового опыта в создании теплообменных аппаратов с применением аддитивных технологий.

В результате анализа сделан следующий вывод: применение аддитивных технологий и методов математического моделирования при проектировании позволяют создать такую геометрию каналов и выбрать оптимальные сечения входов и выходов теплообменного аппарата, благодаря которым агрегат может быть максимально оптимизирован в части уменьшения массы и габаритов, снижения количества комплектующих деталей агрегата, улучшения эффективности теплообмена.

Список литературы:

1. Зысин Л. В., Калютик А. А. Теплообменное оборудование: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010 – 230 с.

2. Байгалиев Б.Е., Щелчков А.В., Яковлев А.Б., Гортышов П.Ю. Теплообменные аппараты: учебное пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012 –180 с.

Параметрическая 3D геометрическая модель стенда для сдаточных испытаний эластомерных подшипников

Мануйлов П.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бабин С.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
manujlov12@mail.ru

Современные условия требуют скорейшей технической и технологической подготовки производства. Для этого используют системы автоматизированного проектирования и черчения. В данной работе была использована PLM система T-FLEX CAD\CAE|PDM 15.

Была спроектирована сборочная параметрическая геометрическая модель испытательного стенда, для испытания эластомерных подшипников втулки несущего винта вертолёта. Эластомерный подшипник позволяет эффективно заменять традиционную конструкцию несущей втулки вертолёта, содержащей горизонтальный, вертикальный и осевой шарниры, однако требует стопроцентного контроля резинометаллического изделия.

Данная 3-х мерная модель была спроектирована с использованием метода ассоциативных связей, что позволяет, в случае необходимости, изменяя одну из деталей, в автоматическом режиме изменять все детали, связанные с ней, тем самым меняя всю конструкцию в целом.

По 3D модели, в автоматическом режиме были получены все необходимые двухмерные проекции, разрезы, сечения и сборочные чертежи. Которые так же ассоциативно связаны с трёхмерной моделью, что позволяет в случае изменения 3D модели автоматически изменять и 2D виды.

Система T-FLEX CAD 15 позволяет в полуавтоматическом режиме в кротчайшие сроки подготовить всю необходимую технологическую документацию: рабочие чертежи и спецификации.

Анализ прочностных свойств элементов конструкции в процессе проектирования осуществлялся также с помощью 3D элементов модели и встроенного модуля конечно-элементного анализа T-FLEX Анализ.

Преимущество создания параметрической геометрической модели с использованием ассоциативных связей, состоит в том, что при изменении какой-либо детали самой конструкции или изготовляемой детали, позволяет в кротчайшие сроки перестроить всю модель, а с ней и всю сопутствующую ей документацию. Данное преимущество позволяет на основе созданной геометрической информационной 3D модели стенда разрабатывать подобные стенды для испытания эластомерных подшипников других типоразмеров и конструкций.

Технология отработки конструкции рабочей лопатки высокотемпературной газовой турбины

Маришкин В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Викулин А.В.
МАИ, Москва
marwad8208@yandex.ru

Перспективы развития газотурбинных двигателей характеризуются повышением температуры газа перед турбиной и предполагают организацию эффективного охлаждения деталей её горячего тракта. Испытания опытных изделий связаны с высокими экономическими затратами в связи со сложностью их проведения. Поэтому, для определения характеристик разрабатываемых деталей используют более экономичные методы испытаний, например, метод калориметрирования в жидкометаллическом термостате.

Целью данной работы является отработка конструкции рабочей лопатки турбины.

После усовершенствования конструкции камеры сгорания характеристики базовой лопатки перестали соответствовать условиям её эффективного охлаждения, в связи с чем,

были разработаны её модификации и проведен их анализ методом калориметрирования в жидкометаллическом термостате. Данный метод нашел широкое применение для анализа теплонапряженных деталей. В начале его развития авторы не учитывали некоторые факторы, в результате чего наблюдались большие погрешности в полученных данных.

С целью увеличения точности полученных данных в рамках работы используется усовершенствованная методика калориметрического метода, предполагающая анализ и учет влияния создающих погрешность факторов. К таким факторам, прежде всего, относятся: нестационарность начальной стадии охлаждения детали; влияние теплорастоков по твердой корке металла; наличие теплоты перегрева расплава металла даже при начавшейся на периферии ванны термостата его кристаллизации.

Для определения эффективности разработанных систем охлаждения были получены расходные характеристики лопаток, поля тепловых потоков, коэффициентов теплопередачи и коэффициентов теплоотдачи на их поверхностях со стороны охлаждающего воздуха.

На основании анализа полученных данных определены модификации лопатки, обладающие наиболее высоким уровнем теплосъема, а также сделаны следующие выводы.

Наиболее существенное изменение интенсивности теплообмена для исследованных лопаток наблюдается в области входной кромки, где коэффициент теплопередачи отличается в 3-5 раз, в то время как на остальных участках профиля лопатки разница не превышает 60%.

На уровень и характер теплогидравлических характеристик тракта охлаждения основное влияние оказывают изменения в конструкции средней полости. Удаление поворотного ребра на периферии лопатки снижает её гидравлическое сопротивление.

Список литературы:

1. Попов В. Г., Викулин А. В., Ярославцев Н. Л., Чеснова В. А. Методика определения теплофизических параметров, влияющих на относительную глубину охлаждения лопаток газовых турбин. // Авиационная промышленность. 2012. №3. С. 5.

2. Викулин А. В., Ярославцев Н. Л., Чеснова В. А. Методология теплового проектирования охлаждаемых лопаток газовых турбин газотурбинных двигателей и газотурбинных установок // Научная мысль. 2016. № 1. С. 86–105.

3. Попов В. Г., Викулин А. В., Чеснова В. А., Маркелов М. С. Анализ возможности расширения диапазона регулирования пропускной способностью каналов сложной конфигурации теплонапряженных конструкций. // Авиационная промышленность. 2013. №2. С. 25-29.

4. Викулин А. В., Ярославцев Н. Л., Чеснова В. А. Диагностика эффективности системы охлаждения малогабаритных теплообменников с компланарными каналами // Известия Вузов. Авиационная техника. 2016. № 3. С. 94–99.

5. Викулин А.В., Кружалов А.Г., Маришкин В.В., Сидоров Д.Н. Конструкторско-технологическая доводка охлаждаемых лопаток высокотемпературных газовых турбин. // Авиационная промышленность. 2019. № 2. – С. 20-25.

Особенности технологии производства подготовительных действий при проведении регламентных и ремонтных работ самолёта

Мартынов Н.А.
Научный руководитель — к.т.н. Маликов С.Б.
МАИ, Москва
nicitamartinow@yandex.ru

Для достижения требуемого качества [1-3] необходимо соответствие параметров конкретной продукции заданным требованиям при изготовлении изделий, производимых на авиадвигателестроительных предприятиях в условиях технического риска [4-6].

Так, например, при проведении регламентных и ремонтных работ самолёта возникает необходимость полностью сливать топливные баки. В этом случае для слива используется топливодозаправщик, в который при помощи насосов сливается топливо из самолёта до невырабатываемого остатка. После этого для дальнейший работы с самолётом его закатывают

в ангар. Возникает необходимость полностью осушить топливные баки для безопасной работы с узлами и агрегатами самолёта.

Для удобства обеспечения этого, в нижних точках баков имеются соответствующие клапаны. Через них при помощи присосок, которые открывают клапана, сливаются остатки топлива. При этом, практика показывает, что этих производимых мероприятий оказывается явно недостаточно для полного осушения баков. К тому же дополнительными затруднениями представляются многочисленные имеющиеся в баках ребра жесткости, а также множество трубопроводов, которые не дают топливу сливаться в нижнюю точку бака.

С целью обеспечения удаления остатка топлива на поверхности баков находятся специальные лючки [7]. Через них происходит удаление остатков топлива обычно при помощи ветоши. Необходимо отметить, что удаление остатков топлива представляет собой процесс трудоемкий и небезопасный.

Для ускорения и упрощения этой задачи было внедрено и апробировано специальное приспособление – устройство опорожнения баков. Созданное приспособление позволяет без снятия трубопроводов добраться до скрытых полостей топливного бака. Это позволяет значительно сократить требуемое время, необходимое для обеспечения подготовительных действий пред осуществлением регламентных и ремонтных работ. При этом практически исключается возможность занесения посторонних частиц, что способствует повышению качества производимых работ, так как, используемая в обычных условиях ветошь, оставляет после протирки механический мусор, который со временем забивает топливные фильтры.

Предлагаемое приспособление конструктивно состоит из двух соединяющихся трубок из нержавеющего авиационного материала. Принцип работы предлагаемого устройства достаточно прост. Заключается в следующем: в одну трубку компрессором закачивается воздух, таким образом получается разряжение в другой, позволяющий засасывать остатки топлива из трудно доступных мест.

Устройство компактно, что позволяет добраться до любой полости топливного бака без снятия трубопровода и не оставлять механический мусор. При этом топливо удаляется в полном объеме.

Таким образом, разработанное и внедренное устройство значительно экономит время и повышает качество выполняемых работ. Так же оно может применятся и в других целях, где требуется тщательно удалить металлическую стружку, пыль, любые жидкости из трудно доступных мест.

Список литературы:

1. Елисеев Ю.С., Бойцов А.Г., Крымов В.В., Хворостухин Л.А. Технология производства авиационных газотурбинных двигателей. Учебное пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 2003, 512 с.

2. Высоцкая В.И., Добровольский В.И., Маликов С.Б. Разработка комплекса мер по повышению качества высокотехнологической продукции авиационной промышленности. / Научные труды (Вестник МАТИ). Вып. 20 (92) – М.: МАТИ, 2013. – С. 276–281.

3. Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Повышение качества продукции авиапрома / Восьмой Международный Аэрокосмический Конгресс, 2015, С. 199-200.

4. Юрин В.Н., Маликов С.Б. Анализ взаимосвязей информации конструкторских и технологических документов / Четвертый Международный Аэрокосмический Конгресс, 2003, С. 193-194.

5. Маликов С.Б. Метод анализа технического риска при организации подготовки опытного производства деталей: автореферат дисс.... канд. техн. наук. — М.: МАТИ, 2012. — 19 с.

6. Юрин В.Н., Маликов С.Б. Исследование документооборота при проектировании приспособлений на двигателестроительном предприятии / Авиадвигатели XXI. II Международная научно-техническая конференция, 2005, С. 330-331.

7. Елисеев Ю.С., Крымов В.В., Малиновский К.А., Попов В.Г., Ярославцев Н.Л. Испытание, обеспечение надежности и ремонт авиационных двигателей и энергетических установок. – М.: Высшая школа, 2005, 536 с.

Разработка токопроводящего материала для печати электронных компонентов на 3D-принтере

Масленникова А.А.
Научный руководитель — Вицукаев А.В.
МАИ, Жуковский
danika.fo@mail.ru

В современном мире очень развита 3D-индустрия. За последние 15 лет 3D-печать прошла путь от курьезной деятельности по созданию мелких сувениров до комплексной технологии, которая готова преобразить мегаотрасли. Материал в 3D-печати, как и в любой созидательной деятельности, одна из важнейших вещей. От материала зависят не только механические и химические свойства конечного изделия, но и его эстетическая ценность.

Цель работы заключается в разработке кондуктивного пластика для 3D-принтеров, необходимого для печати встраиваемой электроники, проведении исследований по оптимизации соотношения проводящего и не проводящего компонента в создаваемом кондуктивном пластике, с целью формирования выгодного для потребителя сочетания цены и проводимости.

Актуальность обусловлена наличием огромного количества материалов для создания изделий на 3D-принтере, но проблемы с печатью встраиваемой электроники не решены. В результате реализации проекта появится возможность импортозамещёния, что очень актуально в современных условиях. Аналоги данного материала существуют за рубежом, но имеют некоторые недочеты.

Основным техническим параметром создаваемого токопроводящего материала для печати электронных компонентов является: удельное сопротивление (чем меньше, тем больше проводимость): от 0,01 до 0,8 Ом*см (аналог Black Magic 3D компании Graphene Labs: 0,8 Ом*см). Диапазон удельного сопротивления позволяет создать продуктовый ряд токопроводящего материала для радиопромышленности (соединение электронных компонентов — 0,01 Ом*см), авиапромышленности (при изготовлении антенн радиосвязи и радиолокации беспилотных летательных аппаратов — 0,01-0,05 Ом*см), производства игрушек, презентационных макетов для рекламы и выставок (0,05-0,08 Ом*см).

Создаваемый токопроводящий материал будет изготавливаться в форме нити диаметром 1 мм для использования в 3D принтерах работающих по методу послойного наплавления (FDM).

Измерения электрофизических параметров полученного материала будут проводиться путём 3D-печати токопроводящей дорожки длинной не менее 3-х см и последующим измерением проводимости мультиметром. Планируется напечатать не менее 10 дорожек для усреднения результатов измерения.

Таким образом, применив токопроводящий пластик, можно получить изделия, имеющие высокую электропроводность. Так же, что немаловажно для авионики, данный материал поможет снизить габаритные размеры бортовой электроники. К тому же, работа с данным материалом проста, и он подходит под любой 3D-принтер.

О возможности применения аддитивных технологий в производстве летательных аппаратов

Меркулов А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Серебрянский С.А.
МАИ, Москва
merkulov.alexander.gennadevich@gmail.com

Аддитивные технологии предполагают изготовление детали методом послойного нанесения материала, в отличие от традиционных методов формирования геометрии детали, за счёт удаления материала из заготовки или заполнения заранее сконфигурированного объема.

При использовании аддитивных методов производства все стадии реализации проекта от идеи до материализации находятся в едином информационном пространстве жизненного цикла изделия, в котором каждая технологическая операция также выполняется в цифровой системе. Это означает реальный переход к цифровым технологиям, когда для изготовления детали не используется бумажная конструкторская или технологическая документация.

Одной из наиболее перспективных технологий аддитивного производства является SLM – Selective Laser Melting (раздельное лазерное плавление). Данная технология относится к группе технологий «Bed Deposition» при использовании которых сначала формируют рабочий слой, а затем выборочно обрабатывают материал в сформированном слое (как правило лазером), сплавляя в соответствии с текущим сечением исходной электронной модели.

При проектировании конструкций деталей с учетом особенностей аддитивных технологий конструктор практически не сталкивается с ограничениями возможных форм деталей (по сравнению такими традиционными методами производства как: штамповка, ковка, токарно-фрезерная обработка и литье), что позволяет применять топологическую оптимизацию практически без «ручной» доработки автоматически рассчитываемых CAD моделей.

В ходе данного исследования оценки возможности внедрения в производство и эффективности внедрения данной технологии на ПАО «Ил» были выбраны кронштейны навести щитков основных опор самолёта Ил-112В. Данные кронштейны были перепроектированы для аддитивного производства, изготовлены макеты кронштейнов. Масса оптимизированных кронштейнов на 38% меньше массы исходной конструкции. В дальнейшем планируется изготовление опытной партии. Решение о возможности их использования на самолёте будет приниматься на основании результатов испытаний (ресурсных, статических, частотных и на воздействие агрессивных сред).

Список литературы:

1. М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, Аддитивные технологии в машиностроении, — М, 2015 г.

2. Перспективы развития аддитивных технологий, РТБ-консалтинг, — М, 2016 г.

3. ГОСТ Р 57558-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения.

Особенности процесса электроэрозионной обработки

Моргачев О.А.
Научный руководитель — к.т.н. Маликов С.Б.
МАИ, Москва
darkone2507@mail.ru

Электроэрозионная обработка (ЭЭО) металлов и других токопроводящих материалов представляет собой: расплавление и испарение металла под действием импульсов тока, затем частицы металла под действием гидродинамических сил рабочих жидкостей выбрасываются из зоны разряда [1].

Новые сплавы получают путем литья и дальнейшей механической обработкой [2]. Возможные модификации технологического процесса при этом могут приводить к возникновению технических рисков [3]. Но для литья жаропрочных и титановых сплавов возникают и недостатки. Поэтому, решением этих проблем и выступает электроэрозионная обработка, где полностью отсутствует механический контакт между заготовкой и инструментом, что позволяет обрабатывать практически любые электропроводные металлы, любой твердости [4].

Для того чтобы обеспечить наивысшую производительность при заданных выходных параметрах точности обработки и шероховатости поверхности, необходимо подобрать оптимальное сочетание факторов [5], позволяющих увеличивать долю полезной энергии импульса, его мощность и количество рабочих импульсов.

На производительность ЭЭО при прочих равных условиях, в частности постоянной энергии импульса, оказывает влияние площадь обрабатываемой поверхности S. По мере углубления

электрода-инструмента в обрабатываемую заготовку осложняется поступление в рабочую зону диэлектрической жидкости и затрудняется удаление продуктов эрозии из МЭП [6].

В решении задачи достижения высокой производительности процесса существенное значение имеют характеристики используемой рабочей жидкости.

В поверхностном слое заготовки при ЭЭО в зоне воздействия электрического разряда происходит локальный кратковременный и весьма интенсивный нагрев и плавление металла [7].

Процесс ЭЭО происходит воздействием импульсов, подающихся от генератора импульсов. Генератор импульсов преобразует переменный ток промышленной частоты в импульсный с заданными параметрами. Электрод-инструмент меняет свое положение с помощью контроллера сервопривода для поддержания заданного межэлектродного пространства (МЭП). В рабочую зону с помощью системы прокачки подается рабочая жидкость для охлаждения, фильтрации и эвакуации продуктов эрозии.

Генератор импульса играет огромную роль в процессе ЭЭО. Именно характеристики, виды силовых импульсов, вырабатываемых генератором импульсов определяет технологические показания процесса ЭЭО [8].

По результатам проведенного исследования предложено произвести обработку фрагмента объекта производства электроэрозионным прошиванием, так как малый диаметр затрудняет применение механической обработки.

Список литературы:

1. Технология конструкционных материалов: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, Л.Н. Бухаркин и др.; Под ред. А.М. Дальского. — 5-е изд., исправленное. — М.: Машиностроение, 2004. — 512 с., ил.

2. Высоцкая В.И., Маликов С.Б., Токмакова Т.В. Влияние механической обработки на свойства КМ на основе высокотемпературных карбидов с металлическими наполнителями // Авиационная промышленность, 2017, № 4, С. 42-45.

3. Юрин В.Н., Маликов С.Б. Исследование документооборота при проектировании приспособлений на двигателестроительном предприятии / Авиадвигатели XXI. II Международная научно-техническая конференция, 2005, С. 330-331.

4. Елисеев, Ю.С. Электроэрозионная обработка изделий авиационно-космической техники / Ю.С. Елисеев, Б.П. Саушкин; под ред. Б.П. Саушкина. — М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2010. — 437 с.

5. Бойцов А.Г., Токмакова Т.В., Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Влияние режимов электроэрозионного фрезерования на производительность прошивки отверстий малого диаметра в деталях ГТД // Авиационная промышленность, 2018, № 3-4, С. 35-37.

6. Никифоров В.И. Электрохимические и электрофизические технологии в машиностроении. Электроэрозионные, химические и электрохимические методы обработки: учебное пособие для вузов по направлениям подготовки бакалавров укрупненной группы "Машиностроение", 2013. – 301 с.

7. Бойцов А.Г., Токмакова Т.В., Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Воздействие электроэрозионного фрезерования на обработку деталей ГТД из титановых сплавов // Авиационная промышленность, 2019, № 1, С. 45-47.

8. Потапов, В.А. Высокоскоростное фрезерование и электроэрозионная обработка: союзники или соперники [Электронный ресурс]/ В.А. Потапов// Режим доступа: https://ecatalog.volgatech.net.

Применение ультразвуковых колебаний в лазерной сварке

Морозов В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
vladik-1266@mail.ru

Развитие технологий приводит к ужесточению требований к эксплуатационным характеристикам изделий в любой сфере деятельности, в том числе и промышленности,

поэтому все время ведутся исследования улучшения качества методов, применяемых в производстве. Современный способ сварки лазером имеет ряд недостатков, которые приводят к различным дефектам сварного шва. Внедрение в процесс сварки ультразвуковых колебаний способно существенно улучшить результат.

Сварной шов в большинстве случаев является уязвимым местом изделия. Чаще всего именно в сварном шве возникают дефекты, которые вызывают разрушение соединения [1]. Для предотвращения появления дефектов необходимо грамотно подбирать режимы сварки, а также её технологию.

Прочность соединения зависит от наличия дефектов (трещины, поры, остаточные напряжения) и структуры соединения. Применение дополнительного внешнего воздействия на ванну расплава при проведении сварных работ призвано улучшить механические характеристики сварного шва, а также предотвратить появление некоторых дефектов.

Введение ультразвукового воздействия в ванну расплава при помощи специального ультразвукового генератора способствует лучшему перемешиванию металла благодаря возникающей в ванне расплава кавитации, что приводит к более однородной структуре соединения, уменьшению пористости, увеличению твердости и прочности на растяжение, а также уменьшению размера зерна [2].

Для улучшения механических свойств сварного шва необходимо подобрать оптимальный режим ввода ультразвуковых колебаний, который зависит от многих параметров: направленность ультразвукового генератора, его мощность и механизм работы (акустический, механический), частота колебаний, а также перемещение генератора относительно заготовок.

Для получения соединения хорошего качества, используя лазерную сварку, необходимо подбирать оптимальные параметры: мощность излучения, фокусное расстояние, скорость сварки, ультразвука в процесс сварки дает возможность получить высококачественное соединение с большим отклонением от оптимальных параметров сварки. Образцы, сваренные с воздействием ультразвука, имели тенденцию к увеличению прочности при статическом растяжении по отношению к сварке без применения ультразвука, но с аналогичными параметрами [3].

Таким образом, введение ультразвуковых колебаний положительно сказывается на качестве сварного соединения: благодаря кавитации, структура сварного шва становится более однородной, уменьшается количество пор, шов становится более прочным. Также при применении ультразвуковых колебаний расширяются границы оптимальных параметров, при которых возможно получить качественное соединение.

Список литературы:

1. Ali Reza Daneshkhaha, Clark R. Schlatterb, Cameron R. Rusnaka, Craig C. Menzemerc. Fatigue behavior of reinforced welded hand-holes in aluminum light poles // Engineering Structures, volume 188, 1 june 2019, pages 60-68

2. Jia Liu, Hongyin Zhu, Zhong Li, Wenfu Cui, Yan Shi. Effect of ultrasonic power on porosity, microstructure, mechanical properties of the aluminum alloy joint by ultrasonic assisted laser-MIG hybrid welding // Optics & Laser Technology, volume 119, november 2019, article 105619.

3. Калашникова Т.А., Белобородов В.А., Калашников К.Н. Механические свойства сварных соединений феррито-перлитной стали 09г2с, полученных методом лазерной сварки в условиях ультразвукового воздействия // В сборнике: механика, ресурс и диагностика материалов и конструкций XII международная конференция: сборник материалов. 2018. С. 151

Анализ современных средств технологической оснастки для технологического процесса изготовления детали «Стакан» с последующей модернизацией существующего процесса

Мухаметзянов В.А.
Научный руководитель — к.т.н. Салина М.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
farom2010@gmail.com

Станкостроение совершенствуется каждый год и создаёт всё более мощные многофункциональные станки новых поколений. Выбор технологической оснастки стал не так актуален с тех пор, как в современных станках появились автоматические шпиндели, умеющие выполнять разного рода движения, а также автоматически закреплять деталь.

Отсутствие информации о физических и технических характеристиках современных режущих инструментов, устаревшая база, библиотека используемого инструмента, методы выбора инструмента, старые шаблоны в технологических процессах – все это способствуют тому, что выбор инструмента становиться всё более проблематичным и предприятия не могут работать с максимальной производительностью.

Теоретический метод расчёта режимов резания и выбора режущего инструмента не позволяет учитывать технические возможности современных сплавов, используемых в режущих пластинах. Однако существуют несколько электронных каталогов, которые позволяют осуществить выбор режущего инструмента, а также автоматически получить рекомендуемые режимы резания для любой операции.

Одним из таких каталогов является электронный каталог Sandvik Coromant, в функционале которого есть программа «CoroPlus® ToolGuide», позволяющая подобрать режущий инструмент для конкретной операции и, идеально подходящий для обрабатываемого материала, определить процесс обработки и рекомендуемые режимы резания для конкретного инструмента, при этом потратив незначительные ресурсы времени, что несомненно превосходит теоретический метод выбора режущего инструмента.

В данной работе рассматривается вопрос модернизации технологического процесса изготовления детали «Стакан», путем внедрения в него современных возможностей станков и режущих инструментов. Деталь "Стакан" предназначена для точной установки валов, а также для поглощения радиальных нагрузок и удержания смазки или рабочей жидкости.

Старый технологический процесс состоял из множества повторяющихся операций, причиной этому было малофункциональное оборудование и старые средства технологической оснастки. Была необходимость ручной замены инструмента, смены базирования детали и поэтапная механическая обработка на нескольких станках, что несомненно увеличивало время на механическую обработку детали.

Усовершенствованный технологический процесс представляет собой, современное технологическое решение механической обработки вращающихся деталей. Может быть использовано более новое многофункциональное оборудование, позволяющее минимизировать участие человека в механической обработке, исключив из погрешностей человеческий фактор, а также сократить ресурс времени на саму обработку. Также использованы новейшие сплавы для режущих пластин, функционал которых позволяет совершать как черновую, так и тонкую обработку, не меняя режущий инструмент, что также сокращает ресурс времени.

Примером новейшего сплава служит сплав GC4325 – это сплав от компании Sandvik Coromant, выполненный по инновационной технологии Inveio, которая отличается однонаправленной ориентацией кристаллической решетки. Благодаря внедрению этой разработки, включающей грани кристаллов с большей плотностью распределения атомов, обращенных к режущей кромке, достигается максимальная прочность режущих пластин, увеличивается износостойкость инструмента и повышается срок службы.

В ходе модернизации технологического процесса было достигнуто следующее:

1) уменьшен ресурс времени на разработку детали;

2) сокращена маршрутная карта технологического процесса;

3) усовершенствована технологическая оснастка;

4) произведен расчёт режимов резания и подбор оборудования и режущего инструмента.

Список литературы:

1. Н.А. Дунин, А.Ю. Лабутин Проектирование технологических процессов производства деталей машин: учебное пособие, Казань 2010

2. Ведмидь П.А., Сулинов А.В. «Программирование обработки в NX CAM».

3. Курылев Д.В., Лаб. работа №1, №2 по АТПП «Разработка управляющей программы для токарной обработки с использованием CAD/CAM/CAE-системы NX.

4. https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/Pages/toolguide.aspx [Электронный ресурс] (Дата обращения: 25.05.2019)

5. Горяинов Д. С. Программирование обработки на станка с ЧПУ; учебное пособие – Самара; Самар. гос. техн. ун – т, 2012.

Селективное лазерное плавление

Ногуманов Р.И.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Курынцев С.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
sqrt148@gmail.com

В последнее время аддитивные технологии все чаще внедряются в производство, постепенно заменяя традиционные методы. В наше время трудно представить высокотехнологичное производство, в котором не применяют аддитивные технологии [1]. К одним из наиболее популярных и широко используемых относится селективное лазерное плавление (SLM- Selective Laser Melting), основанный на технологии трехмерной печати.

SLM – это метод последовательного послойного сплавления порошкового материала посредством лазерного излучения. Это очень перспективный метод, позволяющий получить практически готовое изделие без проведения многочисленных механических обработок. В качестве расходного материала применяют как чистые металлы, так и различные сплавы (нержавеющая сталь, инструментальная сталь, титановые сплавы, алюминий, титан, золото и др.).

С помощью SLM технологий можно получать уникальные по конфигурации изделия со сложной геометрией. При этом свойства детали не будут отличаться от свойств основного металла. Это объясняется тем, что изделие, полученное с помощью селективного лазерного плавления, обладает высокой удельной плотностью, которая в свою очередь достигается за счет оптимальной мощности лазерного излучения. Но при повышении мощности лазера шероховатость изделия повышается, что является не желательным результатом, т.к. требуется дополнительная обработка.

При селективном лазерном плавлении трехмерную модель изделия разделяют на слои толщиной от 20 мкм до 100 мкм, создавая 2D модель каждого последующего слоев [2]. Далее материал наносят тонким слоем на плиту построения. Лазерный луч огибает сечения слоя и порошкообразный материал полностью переплавляется, образуя твердый слой. Затем платформа опускается на величину толщины слоя и снова наносится порошок. Данный цикл повторяется до тех пор, пока не получится готовое изделие.

Данный процесс происходит в камере SLM машины, который предварительно заполняется инертным газом (чаще всего аргон или азот) для продувки камеры, т.е. удаление кислорода (допускается не более 0,15%) [2]. После построения деталь извлекается из плиты механическим методом и подвергается очистке.

За счет высокой производительности и высокой скорости воспроизведения изделий SLM технологии имеют широкое применение [3]. Наиболее распространенные области применения:

• Изготовление сложнопрофильных изделий, состоящих из множества компонентов
• Создание прототипов различных конструкций
• Изготовление легких и прочных протезов, имплантатов

• Компонентов разнообразных узлов и агрегатов

Если же говорить применительно к нашей стране, то использование SLM технологий приходится на оборонную промышленность, медицину, и частично авиастроение. Но применение сильно ограниченно ввиду того, что производство изделий очень дорогое, т.к. порошковый материал закупается за рубежом [4].

Из преимуществ селективного лазерного плавления можно выделить следующие: экономия расходуемого материала за счет высокой оптимизации процесса; изготовление изделий со сложной геометрической формой; значительно снижение массы изделия за счет добавления внутренних полостей; возможно построение изделия без дорогостоящей оснастки. К недостаткам же можно отнести высокую закупочную стоимость порошкового материала.

Список литературы:

1. Аддитивные технологии — третья индустриальная революция. Курынцев С.В., Нагулин К.Ю., Горунов А.И. Наукоемкие технологии в машиностроении. 2016. № 7 (61). С. 39-44.

2. SLM (Selective Laser Melting) – технологии 3D печати: [Электронный ресурс] // URL: http://3d.globatek.ru/3d_printing_technologies/slm-tech/ (дата обращения: 02.02.2020)

3. The influence of pre-heat treatment on laser welding of T-joints of workpieces made of selective laser melting steel and cold rolled stainless steel. Kuryntsev S.V. Optics & Laser Technology. 2018. Т. 107. С. 59-66.

4. И.С. Попова Селективное лазерное плавление как инновационная технология изготовления сложнопрофильных изделий. Статья в сборнике научных трудов: XVI международная научно-техническая Уральская школа-семинар металловедов-молодых ученых, 2015. С. 276-279.

К вопросу выбора оптимальной траектории перемещения осевого моноколеса при нанесении вакуумно-дугового покрытия

Олейник А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Смыслов А.М.
УГАТУ, Уфа
liptonsoupmaster@gmail.com

В последние десятилетия конструкция компрессора газотурбинного двигателя (ГТД) претерпела значительные изменения. Это связано с возросшими температурными и силовыми нагрузками, что привело к внедрению интегрированной конструкции диска с лопатками, известной как блиск, позволивший увеличить ресурс, а также снизить вес детали [1].

Опыт эксплуатации данной конструкции свидетельствует о необходимости защиты лопаток осевого моноколеса от эрозионного повреждения [2]. Одним из успешных подходов к решению данной проблемы является нанесение защитного вакуумного ионно-плазменного покрытия. Однако сложная форма поверхности лопаток блиска, а также их взаимное перекрытие создают области, в которых плотность плазмы заметно ниже, в связи с чем их обработка может осуществляться неравномерно. Классический путь решения данной проблемы- создание такой траектории движения тела относительно испарителей плазмы, при которой обеспечивается максимальная равномерность обработки [3].

С этой целью разработана установка, осуществляющая двухосевое вращение моноколеса в вакуумной камере. Однако подбор закона движения детали зоне обработки экспериментальным путем потребовал бы значительных временных и материальных затрат. В этой связи, использование методов компьютерного моделирования и численных расчетов на основе существующих теорий, позволяет значительно сократить время получения оптимальной траектории перемещения моноколеса. Нами разработана численная модель для качественного анализа распределения толщины покрытия по поверхности детали в условиях двухосного вращения в вакуумной камере. Предполагается, что распыленные (в соответствии с распределением Ламберта-Кнудсена) с катода частицы материала движутся по прямолинейным траекториям, не взаимодействуя с частицами окружающей среды и

конденсируются непосредственно в точках соударения с поверхностью подложки. Данный подход был опробован на плоских [4] образцах, показав удовлетворительные результаты. В работе представлена адаптация модели для расчета сложнопрофильных изделий- лопаток компрессора ГТД, в том числе осевых моноколес.

Список литературы:

1. Hennig W., Feldmann G., Haubold T. Shot peening method for aerofoil treatment of blisk assemblies // Procedia Cirp. 2014. Т. 13. с. 355–358

2. Фомичев Е.О. Разработка способа восстановления моноколес газотурбинных двигателей: диссертация на соискание ученой степени канд. тех. наук: 05.02.10. // Фомичев Евгений Олегович. — Москва, 2013. — 209 с.

3. Anders A. Cathodic arcs / Springer ScienceþBusiness Media, LLC, 2008. — 555 с.

4. Олейник А.В. К вопросу численного моделирования процесса нанесения защитного покрытия на плоский образец / Школа молодых ученых «Структура и свойства высокоэнтропийных сплавов», (Belgorod, Oct. 9 — 11 2019). Белгород: БелГу, 2019. с. 15 – 16.

Рассмотрение практического применения лазерной резки

Орлова М.С., Разумова Д.А., Васильев И.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
oms1999@yandex.ru

При изготовлении деталей различных приборов и устройств часто требуется применение различных технологий обработки металлов. Основными из них являются сварка, литье, резка, ковка, наплавка и другие. При этом осуществление данных процессов происходит различными способами и методами. Одним из наиболее эффективных и прогрессивных методов обработки металлов является обработка с применением лазерных технологий. Далее будет подробнее рассмотрен один из данных процессов, а именно, лазерная резка.

Лазерная резка – технология раскройки материала посредством его плавления с помощью мощного сфокусированного лазерного излучения. Данная технология имеет ряд преимуществ в сравнении с традиционными методами резки материалов таких, как почти полное отсутствие дефектов, высокая эффективность, точность и скорость процесса, отсутствие прямого контакта с материалом, подвергаемым процедуре резки, а также возможность применения широкого диапазона материалов [1]. Поэтому в настоящее время применение лазерной резки в промышленности имеет большую актуальность. Для данного вида обработки материалов применяют такие виды лазеров, как волоконные, CO2-лазеры и твердотельные лазеры.

Чаще всего для процесса лазерной резки применяют такой вид лазеров, как диодный. В статье [2] рассматривается применение технологии лазера на прямых диодах (DDL) для процесса резки листов металла. Данная технология заключается в прямом использовании диодного луча для обработки материала. Технология DDL является более эффективной и менее энергозатратной в отличие от применения волоконного или газового CO2-лазера за счет применения меньшего количества оптических компонентов. При этом для достижения необходимой для совершения процесса резки интенсивности излучения применяют технологию улучшения диодной укладки, что позволяет отказаться от применения дорогостоящего оборудования для преобразования яркости.

Также для лазерной резки применяются газовые CO2-лазеры. В работе [3] описывается одна из отраслей применения лазерной резки с помощью данного вида лазера, а именно, резка многослойных материалов, называемых «сэндвич» -композитами. Сложность обработки данных материалов заключается в различных температурах плавления материалов, составляющих композит. При данном способе резки используются значительные различия между температурами плавления и воспламенения компонентов, формирующих композиционный материал, в данном исследовании это стальной лист, вспененный полиуретан, полистирол. Более эффективным оказался механизм плавления металлического внешнего слоя композита и продувки потока через другие слои полимера.

Ещё одной отраслью применения лазерной резки является резка углепластиков. В статье [4] рассматривается новый подход, позволяющий проводить лазерную резку деталей из углепластика толщиной более 6 мм.

Благодаря своим особенностям в виде почти полного отсутствия дефектов и большой эффективности лазерная резка может быть применима для обработки материалов, которые ранее практически не подвергались резанию. В работе [5] представлены применения данного процесса для таких труднообрабатываемых материалов, как бронза, оксид алюминия, кевлар и углеродный композит.

В работе [6] исследуется применение ещё одного вида лазера в процессе лазерной резки, а именно, волоконного лазера. В данной работе рассматривается два способа (концепции), которые помогают реализовать высокую скорость процесса лазерной резки. В первой концепции используются высоко динамичные и легкие линейные оси, а во вторая концепция подразумевает под собой систему зеркал, позволяющую ускорить ход лазерного луча.

Список литературы:

1. D.A. Belforte, J.M. Jafferson. Laser Cutting // Reference Module in Materials Science and Materials Engineering, 2016.
2. Gonçalo Costa Rodrigues, Joost R.Duflou. Opportunities in laser cutting with direct diode laser configurations // CIRP Annals, Volume 66, Issue 1, 2017, Pages 245-248.
3. Kamil Krot, Edward Chlebus, Bogumiła Kuźnicka. Laser cutting of composite sandwich structures // Archives of Civil and Mechanical Engineering, Volume 17, Issue 3, May 2017, Pages 545-554.
4. Dirk Herzog, Matthias Schmidt-Lehr, Max Oberlander, Marten Canisius, Markus Radek, Claus Emmelmann. Laser cutting of carbon fibre reinforced plastics of high thickness // Materials & Design, Volume 92, 15 February 2016, Pages 742-749.
5. Bekir Sami Yilbas. 5 — Some applications of laser cutting // The Laser Cutting Process. Analysis and Applications, 2018, Pages 205-297.
6. Andreas Wetzig, Patrick Herwig, Jan Hauptmann, Robert Baumann, Peter Rauscher, Michael Schlosser, Thomas Pinder, Christoph Leyens. Fast Laser Cutting of Thin Metal // Procedia Manufacturing, Volume 29, 2019, Pages 369-374.

Повышение прочностных характеристик изделий из алюминиевых сплавов

Осипов А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Петухов С.Л.
Московский Политех, Москва
a96osipov@gmail.com

Создание ракетно-космических комплексов сложная научно-техническая проблема. Актуальной задачей в этой сфере является снижение веса космических аппаратов и соответственно снижение затрат на их запуск. Эффективным путем решения этой задачи является разработка и внедрение современных технологий изготовления деталей.

При микродуговом оксидировании на поверхности детали образуется многофункциональное покрытие, которое как в отдельности, так и в совокупности зависит от различных факторов, таких как материал детали, состав и концентрация электролита, режимы нанесения покрытия.

Процессы микродугового оксидирования и их влияние на адгезионные, антикоррозионные и износостойкие свойства поверхности освещены в технической литературе, приведен ряд зависимостей химического состава и концентрации электролита, режимов нанесения покрытия на качество формируемого слоя.

Однако влияние микродугового оксидирования на механические свойства освещены недостаточно поэтому в работе приведены результаты экспериментального исследования влияния процесса микродугового оксидирования на механические свойства детали. Для получения нужного слоя покрытия состав электролита и условия электролиза подбираем экспериментально.

Внедрение микродугового оксидирования позволит повысить прочностные характеристики детали, что даст возможность скорректировать ряд конструктивных характеристик, и в итоге снизить массу изделия.

Для корректировки технологических режимов были изучены основные параметры, влияющие на получение требуемого слоя покрытия. Такими параметрами являются: сила тока, напряжение, время обработки. Соотношение анодных и катодных токов в процессе обработки сохранялось постоянным и равнялось единице. В качестве электролита использовался раствор на основе дистиллированной воды с добавками жидкого стекла Na2SiO3 и едкого калия KOH. Общий объем электролита составлял 40 литров.

В качестве образцов были выбраны пластины из АМг6М 10×100 мм толщиной 3 мм. Предел текучести базового материала — σ0,2 = 157 ·⟦ 10⟧ ^6 н⁄м^2. А предел текучести материала после микродугового оксидирования по результатам испытаний составил 180 ·⟦ 10⟧ ^6 н⁄м^2.

Напряжения изделия без применения микродугового оксидирования σ_0= 138 ·⟦ 10⟧ ^6 н⁄м^2. Запас прочности η_0 изделия, который определяется как отношение предела текучести материала без покрытия к фактическому напряжению будет равен 1,13

Аналогично проведем расчет фактического безмоментного напряжения на изделии после снижения толщины детали на 1 ·⟦ 10⟧ ^(-3) м — σ_0= 138 ·⟦ 10⟧ ^6 н⁄м^2. Запас прочности η изделия после обработки микродуговым оксидированием и фактическим напряжением, которое испытывает изделие при снижении толщины на 1 ·⟦ 10⟧ ^(-3) м — η=1,07.

Таким образом в статье экспериментально обоснована эффективность внедрения микродугового оксидирования для повышения прочности алюминиевых конструкций.

Анализ особенностей технологического процесса производства детали «Крышка подшипника»

Отмахов И.С.
Научный руководитель — к.т.н. Салина М.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
ilya.otmahov@yandex.ru

В машиностроительном производстве заданные формы деталей с требуемой точностью и качеством поверхностей достигаются в основном использованием механической обработки. Отличительной чертой развития машиностроительной отрасли является использование автоматизация программирования процессов обработки на станках с ЧПУ. Разрабатываются методы оптимизации технологических процессов по достигаемой точности, производительности и экономичности изготовления при обеспечении высоких эксплуатационных качеств и надежности работы машины.

«Крышка подшипника» является деталью типа вращения. Способствует предотвращению попадания грязи и пыли в узлы подшипника и внутрь корпуса, а также передает на корпус осевые усилия. Деталь симметричной формы. Это означает, что инструмент можно свободно подвести к любой поверхности. Материал детали «Крышка подшипника» — алюминиевый сплав Д16, после изготовления заготовка подвергается закалке с последующим старением. Также деталь подвергается гальванической операции, на поверхность наносится необходимое защитное покрытие ан.окс.нв. — анодное оксидирование, покрытие, которое будет защищать деталь от коррозии.

На основе вышеперечисленных характеристик, принимается решение о способе получения заготовки — штамповка в открытом штампе, так как этот способ обеспечивает минимальные отходы и время на обработку детали. Так же выбирается необходимое штамповочное оборудование исходя из современных требований и условий производства — кривошипный горячештамповочный пресс (КГШП).

«Крышка подшипника» имеет точность и шероховатость, которые можно получить унифицированным инструментом при типовом технологическом процессе. Заданные конструктором квалитеты достигаются в результате чистовой обработки. Опираясь на эти

данные разрабатывается план обработки, рассчитываются размерные технологические цепи и принимается решение о способе обработки на том или ином этапе и из какого материала должен быть изготовлен каждый режущий инструмент.

В результате анализа технологического способа изготовления детали «Крышка подшипника» и предложенного усовершенствованного метода получения заготовки получаем полную технологическую документацию, необходимые характеристики (режимы резания для каждой операции, химические характеристики используемого сплава, основные габариты исходной заготовки, усилие и соответствующая модель пресса, условия для нагрева заготовки под штамповку) и маршрут изготовления детали, готовый к адаптации на машиностроительном производстве.

Технологическое обеспечение качества поверхности реза при трехмерной лазерной резке авиационных деталей

Перова Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полуглазкова Н.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
ekaterina.nukolova@mail.ru

Технология лазерного раскроя металла широко применяется на производственных линиях разных отраслей промышленности. Процесс резки предусматривает воздействие на узкий участок движущегося направленного луча лазера, который обеспечивает его локальное плавление с одновременным выдуванием струей вспомогательного газа образующегося расплава.

Достаточно распространенной считается резка углеродистой стали (содержание углерода до 0,25 %) с использованием кислородной струи в качестве вспомогательного газа.

Ключевой задачей совершенствования лазерной резки листов металла является рост эффективности раскроя, увеличение толщины резки. Особое внимание уделяется улучшению параметров качества реза в отношении минимальной зоны термического влияния, прямых стенок реза, пониженной шероховатости поверхности реза. Физические процессы, происходящие в зоне реза, на данный момент до конца не изучены, не подобраны оптимальные показатели резки в зависимости от толщины листового материала (скорость разрезания металла, излучаемая мощность), не разработаны точные методы прогнозирования результатов резки. Для преодоления проблем необходимо более детально исследовать физические процессы, происходящие во время резки.

Более глубокому изучению подлежат следующие процессы:

а) образование пленки расплава, пребывающей под влиянием газового потока;

б) увеличение температуры в материале и формирование расплава;

в) выделение потока энергии под влиянием экзотермической реакции, появление окислов металла при применении вспомогательного газа в виде кислорода;

г) движение струи газа в режущем канале;

д) степень нейтрализации излучения в режущем канале и др.

Для фиксирования общих закономерностей, присущих процессу лазерной резки важно иметь стабильное лазерное излучение в расширенном диапазоне мощности, которое будет фокусироваться в небольшое пятно четких размеров. Наиболее оптимальным типом производственного лазера в сегодняшних реалиях считается С02-лазер.

Получение четкого пучка с сохранением максимально излучаемой мощности – главное направление совершенствования передовой технологии с момента её практического внедрения на производство.

Для лазерной резки объемной заготовки были выявлены закономерности получения качественного реза при большой толщине разрезаемых листов. Сформированы теоретические подходы, лежащие в основе разработки идеального оптического резонатора (как элемента лазера) для С02-лазера в расширенном диапазоне мощности.

Технология испытаний на птицестойкость элементов планера и газотурбинного двигателя

Петров Н.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лепешкин А.Р.
МАИ, Москва
mik187328@mail.ru

Опасность столкновения элементов планера летательного аппарата (ЛА) и газотурбинного двигателя (ГТД) с птицами является серьезной проблемой для современной авиационной отрасли. Несмотря на то, что данная проблема возникла с появлением первых самолётов, до сих пор она остается актуальной. Проведение исследовательских, технологических и конструкторских работ в области птицестойкости элементов ЛА и ГТД, а также проведение специальных сертификационных испытаний [1- 3] позволяют снизить вероятность и серьезность таких последствий и повысить безопасность полётов.

В данной работе рассматривается технология стендовых испытаний на птицестойкость и стендовое оборудование с пневмопушкой [1]. Для проведения указанных испытаний реализована специальная функциональная схема автоматизированной информационно-измерительной системы (АИИС) стенда. Основные технологические параметры испытаний: скорость и масса птицы, давление сжатого воздуха в пневмопушке, параметры окружающей среды и др. Технология испытаний представляет собой заброс в заданную точку изделия с заданной скоростью постороннего предмета (птицы) за счет использования пневмопушки. При этом осуществляется сбор иследовательских и технологических параметров объекта. Одним из основных параметров в данном виде испытаний является измерение скорости полёта птицы. Проведен анализ технологии испытаний на птицестойкость элементов планера и газотурбинного двигателя.

Список литературы:

1. Шершаков С.М., Лепешкин А.Р., Кулаков В.В., Петров СБ. и др. Устройство для заброса птиц и других посторонних предметов при испытаниях летательных аппаратов. Патент РФ № 2452931. 2012. Бюл. №16.

2. Lepeshkin A.R., Nazarov V.V., Ilinskaya O.I., Kartavtsev A.S. Modelling the stressed state of thermal protective coating of turbine blades taking into account action forces from the gas flow // Journal of Physics: Conference Series. 2019. V. 1359. 012101.

3. Лепешкин А.Р., Ильинская О.И., Маликов С.Б. Динамика и прочность авиационных газотурбинных двигателей. Учебное пособие. М.: МАИ. 2020. 96 с.

Повышение эффективности электроэрозионной обработки отверстий малого диаметра

Пиванов П.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Моргунов Ю.А.
Московский Политех, Москва
prox_7@mail.ru

Введение. Анализ динамики развития отдельных направлений метода электроэрозионной обработки изделий указывает на интенсификацию исследовательских работ в области изготовления отверстий малого диаметра, высокую конкурентоспособность и востребованность соответствующих технологий. Изготовление отверстий малого диаметра представляет собой сложную технологическую задачу, которая, в ряде случаев, решается за счет введения ультразвуковых колебаний в технологическую систему.

Эвакуация продуктов эрозии из межэлектродного промежутка – основная проблема развития электроэрозионной обработки отверстий малого диаметра. Прежде всего это касается производительности процесса, повысить производительность не удается из-за того, что частицы расплавленного металла, выброшенные в рабочую жидкость, затвердевают и

накапливаются, что приводит к прохождению разрядов между электродами через продукты эрозии. Таким образом часть энергии разряда тратится на измельчение твердых частиц, что способствует замедлению производительности.

Для стабильного процесса электроэрозионной обработки глубоких отверстий маленького диаметра организованы различные способы эвакуации продуктов, которые делятся на естественные и искусственные. В табл. 1 представлены основные способы эвакуации [1], а также область их эффективного применения.

Проблемы и особенности электроэрозионной обработки отверстий малого диаметра рассматриваются в ряде работ. [2-4].

В работе представлена конструкция центробежной форсунки, имеющей три тангенциальных отверстия. Деталь выполнена из коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т. Учитывая материал детали, а также размеры и тангенциальное расположение отверстий на базовом предприятии в качестве метода обработки используется электроэрозионная прошивка. Для интенсификации процесса использовалось наложение ультразвуковых колебаний на зоны обработки. Использование ультразвука значительно улучшает условия эвакуации продуктов эрозии из МЭП и позволяет увеличить производительность обработки. Ультразвуковые вибрации повышают стабильность процесса путем создания условий, при которых происходит так называемая «сортировка» импульсных разрядов по их начальным энергиям. [5-7].

В зависимости от технологических задач УЗ колебания могут накладывать как на ЭИ, так и на деталь.

Малая жесткость электрода – инструмента – возможная проблема использования схемы наложения ультразвуковых колебаний на ЭИ. При ультразвуковых колебаниях у рабочего торца инструмента возможно радиальное отклонение от вертикальной оси. Такая схема реализуется только для малого вылета ЭИ. Схема с наложением ультразвуковых колебаний на заготовку не будет влиять на торцевое биение инструмента, также такая схема накладывает колебания не только на заготовку, но и на жидкость, что делает этот способ более предпочтительным.

Исследованы зависимости шероховатости поверхности от длительности импульса при ЭЭО и ЭЭОНУЗ.

График показывает, что оба метода имеют линейную зависимость и очень близкий друг к другу угол наклона. Но у наложения ультразвуковых колебаний уменьшается количество прижогов и коротких замыканий, что способствует снижению шероховатости относительно ЭЭО примерно на 20%.

Заключение. Наложение УЗ поля на процесс ЭЭП отверстий способствует повышению производительности. В основе механизма повышения производительности ЭЭО при наложении УЗ колебаний лежит эффект, основанный на акустических кавитационных явлениях в жидкости. УЗ колебания способствуют повышению стабильности процесса прошивки, сужению поля рассеяния времени обработки. Шероховатость поверхности снижается примерно на 20% при наложении УЗ, учитывая все эти факторы наложение УЗ при прошивке отверстий считается целесообразным.

Список литературы:

1. Мицкевич М.К., Бушин А.И., Бакуто И.А. и др. Электроэрозионная обработка материалов. Минск: Наука и техника. 1988. 286 с.

2. Gruzdev A.A., Morgunov Yu.A., Saushkin B.P Tools for electrical-discarge hole drilling / Lecture Notes in Mechanical Engineering. 2018. № 9783319956299. P.1467-1473.

3. Hao Ni, Gong Hu., Dong Y. H., Fang F.Z., Wang Yi. A comparative investigation on hybrid EDM for drilling small deep holes. Int J Adv Manuf Technol. 2018, (95),1465–1472.

4. Забельян Д.М., Рогов В.В., Митрюшин Е.А., Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. Скоростная электроэрозионная обработка пазов системы охлаждения жаровой трубы камеры сгорания / Металлообработка, 2012. №3 (69). – С. 14–19.

5. Груздев А.А., Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. Особенности электроэрозионной обработки разрядными импульсами малых энергий Наукоемкие технологии в машиностроении. 2017. №9 (75). – С. 17-20.

6. Груздев А.А., Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. Оптимизация операций электроэрозионной обработки по критерию производительности/ СИЖ. 2017.- №5 (242). – С. 16-18.

7. Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П., Саушкин Г.Б. Микрообработка элементов конструкций из титановых сплавов/ Вестник машиностроения, 2018, №11. – С. 65–68.

Перспективы применения материалов, полученных НТГДМ-технологией, в авиационной и ракетно-космической технике

Подпорин С.И., Лисоматко А.С., Суровежко А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Добровольский С.В.
МАИ, Москва
sergei_podporin@bk.ru

В МАИ разработан низкотемпературный газодинамический метод формирования покрытий с задаваемыми свойствами (НТГДМ-технология).

Сущность применения НТГДМ-технологии для создания защитных покрытий заключается в том, что покрытия для защиты поверхностей формируются в результате соударения высокоскоростных (сверхзвуковых, М>1) двухфазных (гетерогенных) потоков (газ + порошок) с подложкой. Состав материала покрытия в большинстве случаев можно «набирать» из необходимого количества компонентов (металлов, оксидов, карбидов, керамик, полимеров и др.), изготовленных в виде порошков с дисперсностью от 5 до 30 мкм. Качество покрытия значительно улучшается, если композиция покрытия представляет собой не механическую смесь порошков, а производственный композиционный порошок, изготовленный по спецтехнологии.

1 Возможные геометрические формы изделий при формировании покрытий на внешних и внутренних поверхностях

Металлические и неметаллические изделия осесимметричной формы: цилиндрические, гранёные, уголки, швеллеры, конуса, эллипсоиды, сферы и др. Покрытия формируются продольной протяжкой изделий со скоростью до 1 м/сек. Длина изделий по ГОСТу, практически без ограничений;

Плоские металлические и неметаллические изделия любой толщины. Покрытия формируются в технологическом цикле работы со скоростью до 1 м/сек;

Металлические и неметаллические изделия сложных геометрических форм. Покрытия формируются с использованием координатников-монипуляторов (роботов) со скоростью до 1 м/сек. Обязательное условие технологии – вектор скорости гетерогенного потока должен быть всегда перпендикулярен обрабатываемой поверхности;

В соответствии с технологией производства изделий после формирования покрытий возможна их механическая обработка и даже штамповка.

Толщина металлических покрытий любая, неметаллических до 50 мкм. Существуют способы увеличения толщины неметаллических покрытий.

2 Типы порошков, их дисперсность и возможные композиции

Любые металлические и неметаллические порошки микронного типа дисперсностью $3 \leq d \leq 10$ мкм. Коэффициент использования металлических порошков в технологии $k_{пор}=\sim 1$. Неметаллических — $k_{пор}= 0{,}6 \div 0{,}85$. В этом случае применяются улавливатели неиспользованного порошка в виде пакетов из плотных тканей.

Для повышения адгезии и когезии микронные порошки плакируются нанопорошками.

Предлагаемая технология позволяет получать термостойкие керамические покрытия, составленные из разных типов микропорошков в сочетании с нанопорошками. Композиционный состав керамик набирается в виде смеси разнородных порошков с определёнными свойствами: оксидов, карбидов, нитридов, боридов и др.

С целью увеличения когезии в состав керамик вводятся до 10% по массе нано- или микропорошков тугоплавких металлов.

3 Типы покрытий и их свойства

Промышленная технология позволяет формировать металлические и неметаллические покрытия, выполняющие разные функции на поверхностях металлических и неметаллических изделий: термостойкие, жаропрочные для тепловой защиты теплонапряженных элементов планера, сопла, лопаток газовых турбин и различных систем ГЛА; непроницаемые, антикоррозионные, барьерные (блокирующие проникновение водорода в межкристаллические решётки сталей, не допуская их охрупчивание), антифрикционные, радиопоглощающие, керамики для высокотемпературной криогенной сверхпроводимости, керамики на основе свинца и бора с частичным поглощением радиации и др.

Покрытия обладают высокими адгезионными и когезионными свойствами, что позволяет проводить их механическую обработку и другие технологические операции.

В перспективе возможно применение НТГДМ в качестве аддитивной технологии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, соглашение №05.607.21.0299 от 03.12.2019 г., уникальный идентификационный номер проекта RFMEFI60719X0299.

Физические основы проведения химико-термической обработки деталей ГТД

Подъельская М.Д.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Хопин П.Н.
МАИ, Москва
mary.pod14@yandex.ru

Химико-термическая обработка (ХТО) – это сочетание химического и термического воздействия с целью изменения химического состава, структуры и свойств поверхностного слоя металла или сплава. ХТО осуществляется в результате диффузионного насыщения металла или сплава неметаллами или металлами при определенной температуре в активной насыщающей среде. [1]

Целью данной работы является изучение физических процессов, на которых основывается химико-термическая обработка.

Химико-термическая обработка широко используется в различных областях машиностроения, в частности в авиастроении. К часто применяемым видам химико-термической обработки относятся цементация, азотирование, нитроцементация, цианирование и некоторые другие.

При проведении ХТО в газовой атмосфере (является наиболее частым случаем) происходят три элементарных процесса: диссоциация, абсорбция и диффузия.

Диссоциация протекает в газовой среде и представляет собой распад молекул и образование активных атомов диффундирующего элемента.

Абсорбция происходит на границе газа и металла и заключается в растворении или поглощении поверхностью свободных атомов. Этот процесс возможен только в том случае, если диффундирующий элемент способен растворяться в основном металле. [2]

Диффузия — процесс взаимного проникновения атомов одного вещества между молекулами или атомами другого, который приводит к самопроизвольному выравниванию их концентраций по всему занимаемому объёму.

Все виды диффузии подчиняются одинаковым законам. Скорость диффузии пропорциональна площади поперечного сечения образца, а также разности концентраций, температур или зарядов, при относительно небольших величинах выше описанных параметров.

Диффузия представляет собой процесс на молекулярном уровне и определяется случайным характером движения отдельных молекул. Скорость диффузии пропорциональна в связи с этим средней скорости молекул. При обычных комнатных температурах диффузия в

твердых телах практически не наблюдается. [3] В то время как, например, для азотирования стали марки 38ХМЮА требуется температура в пределах от 500 до 520 °С.

Скорость диффузии также зависит от химического состава сплава. Например, скорость диффузии углерода в стали, в которой присутствуют такие элементы, как ванадий, молибден или хром – замедляется.

Основным законом, описывающим процесс диффузии, является закон Фика.

Второй закон Фика является основным законом диффузии, он определяет концентрацию вводимой в полупроводник примеси в любой момент времени на любом расстоянии от поверхности при заданной температуре диффузии. [3]

Проведены металлографические исследования образцов из стали 20Х3МВФ, подвергнутых цементации и вакуумному ионно-плазменному азотированию (ВИПА).

Поверхностная твёрдость после Ц. составила 770 HV при глубине упрочнённого слоя 0,5-1 мм. После обработки методом ВИПА указанные параметры составили соответственно 850 HV и 0,35-0,5 мм. Микроструктура деталей соответствовала отожжённому состоянию.

На основе рассмотренного материала можно сделать вывод, что основным процессом в ХТО является диффузия. Изучение законов Фика позволяет лучше понимать протекание процесса и проводить расчеты скорости их протекания, а также определять необходимую концентрацию веществ, создающих слой.

Список литературы:

1. Лахтин Ю.М, Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов. Учебное пособие для вузов. – М: Металлургия, 1985. 256 с.

2. Гуляев А.П. Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. И доп. М.: Металлургия, 1986. 544 с.

3. Елисеев Ю.С., Крымов В.В., Нежурин И.П. и др. Производство зубчатых колес газотурбинных двигателей: Произв.-практ. издание. – М.: Высш. шк., 2001.

Промышленная компьютерная томография как методика неразрушающего контроля элементов авиационной техники

Порядина Т.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гончаров С.С.
ТулГУ, Тула
poryadina.tanechka@mail.ru

Первые применения компьютерной томографии (КТ) в промышленной отрасли прослеживаются в 1980-х годах в области неразрушающего контроля (НК), где визуально фиксируется малое количество срезов инспектируемого объекта. 3D количественная промышленная КТ появилась в конце 1990-х годов. Сегодня, благодаря соответствующим улучшениям в аппаратном и программном обеспечении, КТ стало мощным и широко используемым инструментом среди неразрушающих методов, способным исследовать внешнюю и внутреннюю структуры (без их разрушения) во многих промышленных объектах.

Уникальные возможности рентгеновской томографии эффективно используются при создании новых изделий и материалов, оптимизации технологических процессов деталей, контроле ответственных комплектующих и сборок.

В авиационной промышленности КТ используется для измерения внутренней геометрии литых турбинных лопаток, определения правильности сборки и измерения величины зазоров внутренних элементов и др.

Главными требованиями к средствам НК охлаждаемых турбинных лопаток становятся возможность детального изучения сложной внутренней структуры лопаток, а также точность измерения локальной толщины стенок и размеров внутренних элементов. Традиционные методы НК и средства измерений прекрасно справляются с задачами изучения наружной поверхности и измерения наружных размеров лопаток. Однако решать задачи дефектоскопии и измерения внутренней геометрии современных газотурбинных лопаток они не в состоянии. В отличие от обычных методов НК томография позволяет получить информацию о скрытых

дефектах деталей, таких как пустоты или трещины, выявление которых не доступно другими методами НК.

Детали из композиционных материалов (КМ) являются преобладающими во многих ответственных конструкциях аэрокосмической техники. С помощью КТ была исследована внутренняя структура рабочей лопатки вентилятора из полимерного КМ. При исследовании в области хвостовика были обнаружены зоны пониженной плотности, что свидетельствует о недостаточной пропитке детали [1].

Метод томографии перспективен при контроле сборных конструкций сложной формы, например, рабочего колеса турбины высокого давления. Обнаруженные расслоения в наружном кольце и трещины в штифтах были устранены до проведения испытаний [1].

Имеется опыт томографического контроля шариков подшипников из керамического КМ на наличие рыхлостей в структуре и пористости. На томограммах были обнаружены зоны пониженной плотности материала шаров, доходящие до 56 % по сравнению с бездефектными областями [1].

Рентгеновская томография может с успехом применяться и для контроля внутренней структуры материала не только деталей, но и заготовок. В работе [2] приведены затраты брака литых заготовок деталей двигателя на годовую программу выпуска 2000 штук. При этом оказалось, что средний процент брака литых заготовок двигателя с внутренними недопустимыми дефектами составляет 24,4 % в год.

Внедрение рентгеновской томографии позволит обнаружить недопустимые внутренние дефекты заготовок деталей и устранить такие заготовки до механической обработки.

Эффективность внедрения компьютерной томографии в данном случае может быть получена за счет:

- Снижения трудоемкости изготовления деталей;
- Сокращения износа оборудования, применяемого для механической обработки;
- Уменьшения затрат на потребление электроэнергии;
- Снижения расходов на обслуживание применяемого оборудования.

Применение метода КТ на производстве позволит повысить качество выпускаемых изделий, снизить затраты на их производство путем ликвидации брака и сокращения трудоемкости изготовления годных изделий, добиться снижения потребления энергоресурсов, применяемого инструмента, износа оборудования, затрат на его ремонт.

Таким образом, с помощью метода рентгеновской томографии можно не только корректировать технологические процессы изготовления деталей, но и обеспечивать снижение брака продукции. Применение КТ значительно расширяет возможности неразрушающего контроля, а приведенные примеры способов контроля элементов авиационной техники – далеко неполный их перечень.

Список литературы:

1 Перевозчиков И. Н. Компьютерная томография в повышении качества изготовления турбинных лопаток / И.Н. Перевозчиков // Насосы. Турбины. Системы. – 2014. – № 2. – С. 43-47.

2 Дронов Е. А. Гибкое развитие предприятия. Рентгеновская вычислительная томография для отработки конструкций и технологических процессов изготовления изделий с целью оптимизации их технико-экономических характеристик // Е. А. Дронов, В. Н. Самочкин, В. И. Барахов, А. В. Барахов, С.Н. Чаговец. Тула: изд-во ТулГу, 2019. 309 с.

3 Каримбаев Т. Д. Методы неразрушающего контроля деталей авиадвигателей из композиционных материалов. Выявление границ допустимости дефектов / Т. Д. Каримбаев, Д. С. Пальчиков // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета №5(47), часть 1, 2014. – С. 96-106.

Сравнительный анализ формообразующей оснастки рефлекторов бортовых антенн космического аппарата

Поскотина А.А.
Научный руководитель — Харюзонова С.Г.
АО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнева, Железногорск
Alina-50@list.ru

Дальнейшее развития и совершенствование рефлекторов бортовых систем КА, направлено на освоение более высоких диапазонов частот и увеличение диаметра апертуры рефлекторов, а также повышение качества отражающей поверхности и снижение затрат на производство. Для достижения вышеуказанных параметров необходимо применение новых технологий при создании антенных систем.

Формообразующие оснастки (ФО) применяются для придания профилю прецизионных рефлекторов антенн КА заданной формы и шероховатости. Точность поверхности ФО должна в несколько раз превышать заданную точность рефлектора. Размеростабильность ФО в условиях высоких температур режима изготовления (около 180 °С) должна быть максимальной [1].

В АО «ИСС» имени академика М.Ф. Решетнева разработаны и применяются два основных способа изготовления формообразующих оснасток, это изготовление ФО с использованием отливки из инвара, и изготовление ФО из композиционных материалов.

Применение инвара, железоникелевого, сплава обусловлено его уникальными физическими свойствами, которые обеспечивают сохранение необходимых параметров при различных температурных воздействиях. Инвар имеет малый коэффициент теплового расширения (1,5×10-6 1/°С при температуре от — 80 до 180°С). Малое тепловое расширение инвара объясняется тем, что магнитострикционное уменьшение объема при нагреве компенсирует тепловое расширение. Так же инвар обладает высокой коррозионной стойкостью, хорошо поддается механической обработке и имеет плотную структуру, благодаря чему на отливках из инвара можно добиться требуемых значений шероховатости поверхности [2].

Повышение эффективности процесса изготовления рефлекторов при помощи формообразующей оснастки является замена отливок из инваровых сплавов, на углепластиковые композиционные материалы, представляющие собой многофазные системы, состоящие из полимерной матрицы (связующего) и упрочняющих угольных волокон (наполнителя).

Композитная ФО включает в себя мастер-модель, выполненную из плит МДФ, которая служит основой для формовки оправки. Применение плит МДФ для изготовления мастер-модели обусловлено низкой ценой материала и его доступностью, однако в процессе обработки выделяется большое количество мелких частиц, способных вывести из высокоточные обрабатывающие станки, если на них в помещении, где они установлены, не предусмотрена специальная защита. Одним из путей решения этой проблемы является замена МДФ на полиуретановые (модельные) плиты WB-1404. Основными особенностями данных плит являются: плотная структура поверхности, легкость обработки и полировки, хорошая устойчивость к истиранию. С помощью мастер-модели, имеющей профиль будущей оснастки формируется оправка из композиционных материалов. Оправка в свою очередь имеет формообразующую поверхность, область для установки вакуумного мешка, и места для системы вакуумного формирования и других вспомогательных элементов. Для придания жесткости конструкции вводят систему ребер. Все конструктивные элементы, перечисленные выше, изготавливаются из композитных материалов на основе углеродного волокна. Это могут быть как однонаправленные ленты, так и ткань.

В случае изготовления рефлектора на ФО из ИНВАРА и в случае изготовления из композитных материалов структура и принцип процессов выкладки и формования рефлектора одинаковый.

Разработка и внедрение в АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева» технологии изготовления композитных формообразующих оснасток (КФО) из углепластиковых композиционных материалов позволило сократить себестоимость изготовления оснастки для изготовления рефлекторов на 35-40%. Таким образом, применение этой технологии для изготовления формообразующих оснасток имеет существенный экономический эффект, при этом не ухудшая качество получаемой поверхности рефлектора бортовых антенн космического аппарата. Однако процесс изготовления ФО с применением композиционных материалов является более трудоемким, чем использование отливок из инвара. Так же стоит отметить что КФО имеет ограниченный ресурс применения, в связи с этим при серийном изготовлении рефлекторов будет целесообразно применение ФО из инвара.

Дальнейшее развитие технологий изготовления рефлекторов бортовых систем космических аппаратов, позволит предприятиям Российской космической отрасли повысить уровень конкурентоспособности на мировых рынках, а также обеспечить развитие информационных систем различного назначения, сделав их более качественными и доступными.

Список литературы:

1. Гордовенко, М.А Анализ конструкции приспособления для формирования размеростабильных рефлекторов антенн космического аппарата / М.А Гордовенко, М.М Михнев // Решетневские чтения. – 2018. –. – № 1. – С. 12

2. Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fheattreatment.ru%2Fsplavy-s-zadannym-temperaturnym-koefficientom-linejnogo-rasshireniya.html, свободный.

Ультраструйная диагностика качества деталей РКТ в условиях физико-технологической нестабильности

Прохорова М.А., Клюшников М.В., Хохлов Ю.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Галиновский А.Л.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
marusya.buntarochka@gmail.com

Выполненные на кафедре СМ12 исследования информационного потенциала ультраструйной диагностики (УСД) показали возможность её научно-практичного использования, как эффективного аппарата экспресс-оценки качества поверхностного слоя материалов. Однако, как показал анализ, применительно к изучению качества деталей РКТ разрабатываемой УСД требует методического совершенствования из-за нестабильности осуществления процесса взаимодействия гидроструи с диагностируемой поверхностью.

Эту нестабильность можно подразделить на две структурно связанные составляющие: физическую и технологическую. Физическая нестабильность обусловлена вариациями функциональных характеристик материала деталей, а её определение является ключевой информационно-значимой задачей УСД. Технологическая нестабильность, главным образом, связана с изменением условий УСД из-за необходимости диагностирования сложнопрофильных поверхностей, характерных для деталей РКТ. Поэтому выделение информации о физической нестабильности на «шумовом» фоне технологических вариаций является резервом повышения результативности УСД в целом.

Для решения задачи по дифференцированной оценке слагаемых технологической нестабильности в первом приближении предлагается построить линейную модель их влияния на общую результативность процедуры УСД. Затем, с помощью прямых экспериментов определить коэффициенты влияния факторов физической и технологической нестабильности, что усиливает верификацию предлагаемой модели. При использовании данного методического подхода на практике предлагается предварительно осуществить операцию УСД геометрически подобного реальной детали эталона, изготовленного из материала с

априори стабильными свойствами. Затем из полученных в реальных условиях результатов выделить компоненту, ответственную за диагностируемую физическую вариативность свойств контролируемой сложнопрофильной детали РКТ. Для этой процедуры необходимо разработать соответствующее программно-математическое обеспечение, которое по мере использования УСД на практике, позволяет сформировать необходимый для контроля качества поверхностного слоя различных деталей банк данных. Учитывая многообразие форм и размеров деталей РКТ научно-прикладной интерес представляет поэтапное формирование массива коэффициентов влияния фактора технологической нестабильности осуществления УСД, ответственных за соответствующие геометрические отклонения реальной формы контролируемого объекта от его «идеального» эталонного образца.

В связи с этим теоретический анализ возможности формирования массива коэффициентов влияния вариаций технологической (геометрической) нестабильности УСД необходимо диагностировать необходимым количеством прямых экспериментальных исследовании с ЧПУ. Это в перспективе позволит существенно расширить информационно-физические возможности данного перспективного метода контроля качества изделий ответственного назначения на ключевых этапах их жизненного цикла, которым является аппарат УСД.

Список литературы:

1. Абашин М.И., Барзов А.А., Галиновский А.Л. Анализ физико-технологических особенностей процесса ультраструйной диагностики // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Естественные науки. 2012. № 6. С. 7.

2. Абашин М.И., Барзов А.А., Бочкарев С.В., Галиновский А.Л., Маслов Б.Г. Применение ультраструйной диагностики для оценки качества сварных швов // Сварочное производство. 2014. № 9. С. 26-29.

3. Абашин М.И., Барзов А.А., Галиновский А.Л., Шутеев В.А. Ультраструйная Экспресс-диагностика материалов и изделий машиностроения // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2011. № 2 (123). С. 141-147.

4. Абашин М.И., Галиновский А.Л., Бочкарев С.В., Цаплин А.И., Проваторов А.С., Хафизов М.В. Моделирование ультраструйного воздействия для контроля качества покрытий // Физическая мезомеханика. 2015. Т. 18. № 1. С. 84-89.

5. Галиновский А.Л., Муляр С.Г., Хафизов М.В. Применение гибридной диагностики для оценки эксплуатационных свойств композиционной керамики // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2012. № 9. С. 65-69.

6. Бабкин А.В., Колпаков В.И., Охитин В.Н. Численные методы в задачах физика быстропротекающих процессов // Москва, 2000. Сер. Прикладная механика сплошных сред Том 3 Численные методы в задачах физика быстропротекающих процессов

7. Герасимова А.М., Ефимова С.А., Прохорова А.В., Колпаков В.И. Особенности физико-математической постановки и численного решения типовых задач гидроабразивной резки различных материалов // Инженерный вестник: электронное научно-техническое издание МГТУ им. Н.Э. Баумана, #1, январь 2014 (77-48211/671120).

8. A. A. Ilyukhina, V. I. Kolpakov, A. L. Galinovskii and A. V. Khakhalin The Features of Hydroabrasive Cutting of Honeycomb Panels of Space Vehicles // Moscow University Physics Bulletin, 2018, Vol. 73, No. 4, pp. 441–446. DOI: 10.3103/S002713491804006

Лазерные технологии в производстве пластинчатых теплообменников малоразмерных газотурбинных двигателей

Ремчуков С.С., Алендарь А.Д., Грунин А.Н.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Ярославцев Н.Л.
МАИ, Москва
remchukov.sviatoslav@yandex.ru

Малоразмерные газотурбинные двигатели (МГТД) в настоящее время привлекают к себе все большее внимание отечественной малоразмерной авиации. Для повышения топливной эффективности до уровня, достигаемого авиационными поршневыми двигателями, МГТД оснащают теплообменником системы регенерации тепла [1]. Наиболее часто МГТД выполняются с трубчатым или пластинчатым теплообменником. Применение пластинчатой теплообменной матрицы, как правило, позволяет добиться лучших теплогидравлических характеристик [2].

Автоматизированное проектирование и расчет пластинчатого теплообменника для МГТД осуществлялись по разработанной методике [3]. Методика позволяет осуществлять подбор наиболее подходящей конфигурации теплообменника для конкретной задачи в автоматическом режиме. Помимо проектирования и расчета теплообменника в методике предусмотрен этап создания технологической оснастки для его изготовления. Таким образом, результатом работы расчетной методики являются не только модель и параметры пластины, но и 3D модели формообразующих элементов технологической оснастки для изготовления теплообменного аппарата [4]. Комплект оснастки обеспечивает получение штамповых заготовок для пластин теплообменника, а также позиционирование и фиксацию деталей при выполнении операций лазерной резки и сварки.

Несмотря на сложность этапов проектирования и расчета, наибольшие затруднения в цикле создания теплообменника вызывает процесс изготовления. Сложность изготовления обусловлена, в первую очередь, необходимостью герметичного соединения тонкостенных и разнотолщинных деталей [5].

Для решения проблемы в работе применялась лазерная установка с ЧПУ мощностью до 300 Вт. Малая мощность излучения позволяет работать с тонкостенными деталями, исключая прожигание [6].

Подбор режимов лазерной резки и сварки осуществлялся при изготовлении демонстрационного теплообменника для МГТД сложного цикла. При изготовлении элементов теплообменника в качестве заготовок применялись листы 20Х23Н18 толщиной 0,2 мм и 12Х18Н10Т толщиной 2 мм [7].

В процессе лазерной резки деталей толщиной 0,2 мм и 2 мм были выявлены основные факторы, влияющие на качество кромок получаемых заготовок: напряжение и длительность импульса; частота; давление подачи воздуха. Варьирование параметров позволило получить требуемое качество кромок деталей.

Далее, осуществлялся подбор режима лазерной сварки при соединении тонкостенных и разнотолщинных деталей. Здесь основными варьируемыми параметрами являлись напряжение и длительность импульса, частота, шаг импульсов, диаметр пятна и форма импульса.

В работе осуществлен подбор оптимальных режимов лазерной резки и сварки деталей при изготовлении теплообменника. Получены практические рекомендации по работе с тонкостенными и разнотолщинными элементами из жаропрочных сталей.

Изготовленный теплообменник подвергался испытаниям на герметичность. После подтверждения герметичности при давлениях до 4 атм., теплообменник прошел комплексные испытания и обеспечил все заявленные по проекту расчетные параметры.

Список литературы:

1.Тихонов А.М. Регенерация тепла в авиационных ГТД. – М., «Машиностроение», 1977, 108 с.

2. Осипов И.В., Ремчуков С.С. Малоразмерный газотурбинный двигатель со свободной турбиной и теплообменником системы регенерации тепла в классе мощности 200 л.с. // Вестник Московского авиационного института. 2019. Т. 26. № 2. С. 81-90.

3. Ремчуков С.С., Данилов М.А., Чистов К.А. Автоматизированное проектирование и расчет пластинчатого теплообменника для малоразмерного газотурбинного двигателя // Вестник Московского авиационного института. 2018. Т. 25. № 3. С. 116-123.

4. Ремчуков С.С., Лебединский Р.Н., Ярославцев Н.Л. Внедрение технологии изготовления пластинчатого теплообменника МГТД в методику автоматизированного проектирования и расчета // Авиационная промышленность. 2019. № 2. С. 26-30.

5. Ремчуков С. С., Ярославцев Н. Л., Судас С. А., Породнова О. В. Обеспечение герметичности сварного шва конверта пластинчатого теплообменника подбором режима лазерной сварки // Авиация и космонавтика — 2018: Тезисы 17-ой Международной конференции. 2018. С. 106-107.

6. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 663.

7. Масленков С.Б. Жаропрочные стали и сплавы. Справочное издание. М.: Металлургия, 1983. – 192 с.

Особенности технологии регулирования основных параметров ГТД при испытаниях

Рудаков А.И.
Научный руководитель — к.т.н. Маликов С.Б.
МАИ, Москва
p572@yandex.ru

Проблема обеспечения качества [1-3] заключается в соответствии параметров конкретной продукции заданным требованиям, что обеспечивается технологической средой и гарантированным обеспечением повторяемости качества при изготовлении продукции, производимой на авиадвигателестроительных предприятиях в условиях технического риска [4-6].

Данная работа направлена на выявление особенностей регулирования ГТД на примере АЛ-31Ф.

В настоящее время разработано несколько программных комплексов [7], которые позволяют проводить моделирование различных режимов работы двигателя АЛ-31Ф при испытаниях как на стенде завода, так в условиях эксплуатации (на земле, либо в воздухе).

При проведении испытания рассматриваемого двигателя используют так называемые имитационные модели, на которых в специальном программном комплексе можно увидеть структуру двигателя и датчики, расположенные на его основных агрегатах. В основе данного вида испытаний заложена цель объединения стендовых испытаний и имитационного моделирования.

При моделировании получают разные установившиеся и переходные режимы работы двигателя. Исходя из них, разрабатываются различные рекомендации по настройкам автоматизированной системы управления двигателем. Этот способ является основным способом отладки системы автоматизации двигателя АЛ-31Ф при испытаниях. С учетом полученных рекомендаций производится настройка системы автоматизации, а затем начинаются стендовые повторные испытания двигателя.

В докладе рассматривается формирование имитационной модели в программном комплексе [8]. При изучении системы регулирования параметров двигателя, возможно условно разделить все регулирующие автоматические устройства двигателя на 2 группы.

• 1 группа ответственна за контролируемые параметры работы АЛ-31Ф на уже установленных режимах. К таким автоматическим устройствам относятся регулирующий клапан, осуществляющий воздействие на расход топлива, направляемого в основную камеру сгорания. Как показывает опыт испытаний, настройка регулирующих устройств данной группы не вызывает затруднения.

• 2 группа ответственная за осуществление переходных процессов и не влияет на параметры установившихся режимов. Любые настройки регулирующих устройств этой

группы влияют и на регулируемый в данный момент времени параметр и на другие параметры двигателя и его процессы.

Рассматриваемая задача усложнена также и тем, что не все варианты настроек, регулирующих устройство можно выполнить фактически вследствие установленных предельных значений на число оборотов компрессора низкого давления, компрессора высокого давления, температуры газов за турбиной, а также в связи с установленными пределами проливки дроссельных пакетов двигателя. Таким образом, влияние настроек, указанных выше параметров может при переходном процессе воспрепятствовать выходу двигателя на заданный режим.

На основании проведенного анализа особенностей регулирования основных параметров двигателя предложена возможность повышения тяги двигателя за счет интенсификации процесса смешивания топливно-воздушной смеси, а также за счет изменения конструкции форсажной камеры и сопла двигателя.

Список литературы:

1. Елисеев Ю.С., Бойцов А.Г., Крымов В.В., Хворостухин Л.А. Технология производства авиационных газотурбинных двигателей. Учебное пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 2003, 512 с.

2. Высоцкая В.И., Добровольский В.И., Маликов С.Б. Разработка комплекса мер по повышению качества высокотехнологической продукции авиационной промышленности. / Научные труды (Вестник МАТИ). Вып. 20 (92) – М.: МАТИ, 2013. – С. 276–281.

3. Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Повышение качества продукции авиапрома / Восьмой Международный Аэрокосмический Конгресс, 2015, С. 199-200.

4. Юрин В.Н., Маликов С.Б. Анализ взаимосвязей информации конструкторских и технологических документов / Четвертый Международный Аэрокосмический Конгресс, 2003, С. 193-194.

5. Маликов С.Б. Метод анализа технического риска при организации подготовки опытного производства деталей: автореферат дисс.... канд. техн. наук. — М.: МАТИ, 2012. — 19 с.

6. Юрин В.Н., Маликов С.Б. Исследование документооборота при проектировании приспособлений на двигателестроительном предприятии / Авиадвигатели XXI. II Международная научно-техническая конференция, 2005, С. 330-331.

7. Ахмедзянов Д.А., Кишалов А.Е. Информационная технология отладки динамических процессов в авиационных ГТД при приемно-сдаточных испытаниях // Известия вузов. Авиационная техника. 2007. №3. С. 26-31.

8. Ахмедзянов Д.А., Кишалов А.Е., Кривошеев И.А. Имитационное моделирование работы авиационных ГТД с элементами систем управления // Вестник УГАТУ. – Уфа: УГАТУ, 2008 – т. 11, №2 (29) серия «Машиностроение». – С. 3–11.

Анализ технологического процесса изготовления детали типа фланец и способы его модернизации

Рузавина К.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Салина М.С.
КНИТУ-КАИ, Казань
ksyuna_97@mail.ru

Фланец — это плоская деталь с отверстиями, выступающая соединительной частью труб. В отверстия фланца крепятся болты, шпильки, и другие крепежи, помогающие зафиксировать её на трубопроводе. Размеры фланцев соответствуют диаметру определенной трубы, поэтому зачастую производитель заранее оснащает трубу таким элементом. Фланцы используются попарно (комплектом).

Главное требование к соединению труб – герметичность. Фланец надежно, прочно стягивает детали. В случае если реализовывать постоянное техническое обслуживание, фланцевое объединение прослужит долго. Фланцы изготавливаются по ГОСТу. Фланец представляет собой тело вращения, габаритные размеры которой: ⌀126х45. Наиболее

ответственные поверхности обрабатываются до 8 квалитета. Деталь имеет 4 боковых отверстия, которые контролируются позиционным допуском. Номинальное расположение отверстий указывается числом в квадратной рамке.

Фланец изготавливается согласно ГОСТ 4543-71 «Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия» из стали 38ХА.

Заготовка для данной детали была изготовлена с использованием технологии горячей штамповки на кривошипно горячештамповочном прессе.

Для получения штампованной поковки используется открытая штамповка. Штамповка в открытых штампах характеризуется тем, что штамп по периметру чистового штамповочного ручья имеет облойную канавку.

В процессе штамповки в облойную канавку выдавливаются излишки металла, образуя облой, который закрывает выход из полости штампа и способствует её полному заполнению. Такая конструкция штампа позволяет не предъявлять особо высоких требований к точности исходных заготовок.

При штамповке поковок в открытых штампах поверхность, которая делит поковку на две части, одна из которых штампуется в верхней половине штампа, а другая в нижней, называется поверхностью разъема штампа.

Согласно технологическому анализу детали, проводимому аналитически по техническим условиям с учетом указанного вида продукции и выполняемому для достижения максимальной производительности при минимальных затратах, деталь технологична.

Для оценки технологичности конструкции детали был использован показатели массы детали, коэффициент использования материала (Ким), точности обработки (Ктч), шероховатости (Кш).

В ходе работы были использованы станки с ЧПУ на базе системы SINUMERIK. Была разработана модель детали и модель заготовки, создана управляющая программа для создания детали из заготовки, размеры которой были найдены в ходе решения размерных цепей с использованием ОСТа и ГОСТов

Разработка программы в системе SIEMENS NX с использованием постпроцессирования дало возможность смоделировать обработку в 3D системе. Программа была разработана с использованием 2-х установок и нужных инструментов на них.

Разработка программы для детали позволила сократить время обработки и трудоемкость процесса.

Увеличилась производительность, сократилось число задействованных на производстве людей, повысилась точность изготавливаемых деталей, снизились затраты на проектирование и изготовление технологической оснастки.

Для максимальной автоматизации процесса были использованы роботы, а точнее-роботизированный технологический комплекс, в котором использовался промышленный робот IRB 1600 как транспортно-загрузочная система, вместе с ним захватное устройство, предназначенное для базирования и удержания детали в определенном положении при манипулировании, так как поставляется он без него, и накопитель.

Упрочнение деталей машин композитным покрытием

Струнки П.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Жачкин С.Ю.
ВГТУ, Воронеж
strunkin-1992@mail.ru

Технологические методы увеличения износостойкости различных деталей машин заключаются в действиях, направленных на улучшение свойств материалов, применяемых в данных изделиях. Формирование свойств детали начинается на первоначальном этапе создания заготовки. На данном этапе очень важно не допустить появления внутренних дефектов. Так как последующие операции процесса повышения долговечности заключаются в улучшении свойств материала детали различными методами термической и

термохимической обработки. Применение данных методов обработки дает возможность повысить показатели прочности и износостойкости детали.

Сущность плазменного напыления заключается в подаче материала в высокотемпературной плазменной струе, данный материал в свою очередь нагревается до определенной температуры, плавится и наносится на подложку в виде двухфазного потока. При ударе частиц о подложку происходит процесс деформации, в результате частицы взаимодействуют с подложкой и происходит формирование поверхностного слоя изделия.

Данная методика применяется в различных областях: машиностроение, изготовление космической техники, авиационной техники, химической и нефтяной промышленности, электронике, приборостроении.

Преимущества нанесения покрытия плазменным методам:

• Плазменное напыление дает возможность наносить покрытие на поверхности изделий сложной геометрической формы и больших габаритных размеров;

• Изготавливать покрытия из различных материалов: металлов, сплавов, композиционных материалов;

• Наносить равномерный защитный слой на изделие, производить ремонт деталей и восстановительные работы, наносить покрытия с несколькими слоями с уникальными характеристиками;

• В процессе плазменного напыления в материале поверхности не напыляемого изделия не происходят структурные преобразования;

• Возможность автоматизации и механизации данного процесса;

• Осуществление процесса без применения охлаждающей среды;

• Дешёвое оборудование с малыми габаритами;

• Высокая производительность с небольшой трудоемкостью процесса.

Анализ способа внедрения технологии рельефной печати

Студенова Н.С., Дуняшев Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полянский В.В.
МАИ, Москва
studenova.n@mail.ru

В настоящее время технологии 3D печати уже достаточно развиты, но даже при тех достижениях, которые есть сейчас многие недостатки этого вида прототипирования сохраняются. Одним из таких недостатков является так называемый эффект «лестницы», который постоянно встречается при печати послойным наплавлением. Особенно неприятным данный эффект является на изделиях, созданных на 3D принтере 3D Mark компании Markforged. При этом сам принтер имеет уникальные возможности: печать нейлоном и создание армированных деталей.

В данной работе будет рассмотрен потенциальный способ устранения эффекта «лестницы» именно на принтере 3D Mark. Для этого предлагается использовать рельефную печать. Такая печать позволяет использовать все три оси движения головки одновременно, благодаря чему верхний слой детали становится цельным и эффект «лестницы» нивелируется.

В качестве базового материала принтер 3D Mark использует нейлон, а для создания армирующих слоев – карбон, файбергласс и различные другие материалы. Такие возможности обеспечиваются за счет наличия двух головок экструдера: одна для основного материала, а другая для укрепляющего. Несмотря на явные плюсы, этот принтер, как и все FDM принтеры печатает детали с эффектом «лестницы».

Также в работе подробно описан сам процесс реализации рельефной печати. Для его реализации предлагается провести модификацию “слайсера” – программы, создающей код для 3D принтера, основываясь на загруженной в него детали. В дополнение к этому, обозначена необходимость учета геометрических особенностей поверхности детали.

В связи с этим непосредственной задачей проекта является разработка методики формирования управляющих алгоритмов для организации печати на принтере 3D Mark, при

использовании модифицированного слайсера Eiger компании Markforged, который позволит реализовать на нем технологию рельефной печати.

В качестве основных результатов работы можно выделить созданные рекомендации по доработке существующих слайсеров на примере слайсера Eiger, а также формирование перечня особенностей и ограничений, которыми сопровождаются подобные проекты.

Список литературы:

1. Дуняшев Д.А. Какие возможности открывает 3D печать для инженеров — М.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019 г. — 84 с.

2. Daniel Ahlers. 3D Printing of Nonplanar Layers for Smooth Surface Generation, 2018 г. — 69 с.

Анализ технологических возможностей обработки пазов диска турбины ГТД

Суворов А.Н.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ильинская О.И.

МАИ, Москва

a1998alex98@mail.ru

Лопатки турбин соединяют с дисками при помощи «ёлочного» замка, который представляет собой профиль, по очертаниям напоминающий контур ели. Такая форма крепления обеспечивает надежную фиксацию турбинных лопаток с учетом величин центробежных сил, действующих на лопатки в процессе эксплуатации. Обработка замков лопаток турбин сложный и трудоёмкий процесс, требующий больших затрат сил и производственной мощности.

Для получения сложно профильных пазов используют механическую обработку венца диска. Существуют несколько способов обработки. Наиболее распространенный способ – это протягивание пазов в диске турбины. Елочные пазы протягивают на горизонтальных и вертикальных протяжных станках или на специализированных протяжных станках. Диск закрепляется в делительном приспособлении, устанавливаемом прямо или под углом в зависимости от направления паза. Протягивание осуществляется, чаще всего, комплектом, состоящим из предварительных и окончательных протяжек. Число протяжек зависит от геометрических размеров паза.

Высокая стоимость инструмента, обусловленная сложностью его изготовления, определяет рациональность применения протягивания в основном при крупносерийном производстве. Если протягивание, как это имеет место при изготовлении пазов в дисках, является единственно возможным и наиболее экономичным способом обработки — его применяют в условиях мелкосерийного и даже единичного производства.

Другим способом является глубинное шлифование, которое позволяет обрабатывать поверхности сложной формы и способно обеспечить жесткие требования к точности и качеству обработки поверхностей. Следует отметить, что процесс традиционного шлифования для обработки жаропрочных сталей не применяется ввиду их высокой твердости, поэтому необходимо использовать процесс глубинного шлифования, который характеризуется большой площадью контакта круга с заготовкой, наличием вертикальных участков и зон с подводом охлаждающей жидкости. Особенностями процесса обработки является то, что он протекает с затрачиваемой на шлифование повышенной мощностью за счет большой дуги контакта круга с заготовкой и при большом числе одновременно работающих абразивных зерен, а также в зоне резания имеет место сильное тепловыделение.

При сравнении выше перечисленных процессов обработки профиля замка, можно выделить как плюсы, так и минусы конкретного способа, по результатам исследования параметров поверхностного слоя полученного профиля после обработки оценить технологические возможности указанных способов обработки пазов дисков турбин.

Список литературы:

1. В.К. Старков Шлифование высокопористыми кругами – М: Машиностроение, 2007. – 688 с.

2. В.А. Поклад, А.Н. Шутов, В.К. Старков, С.А. Рябцев. Профильное глубинное шлифование деталей из титановых сплавов / Технология машиностроения. 2002, №3. С.14 – 22.

3. А.Г. Бойцов, А.П. Ковалёв, А.С. Новиков и др. Процессы механической и физико-химической обработки в производстве авиационных двигателей – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 538 с.

4. А.Р. Лепешкин, О.И. Ильинская, В.В. Назаров Моделирование НДС и обрыва лопатки при испытаниях корпусов ГТД на непробиваемость / Вестник Тамбовского Университета. Серия Естественные и технические науки − 2018. – С. 166-171.

5. А.Н. Петухов, О.И. Ильинская Влияние технологической наследственности на эксплуатационные свойства основных деталей ГТД / Авиационная промышленность, №2 — 2016. С. 30.

Исследование путей и создание инновационной технологии сварки серебряных токовыводов к контактным площадкам фотоэлементов на основе арсенида галлия в производстве солнечных батарей космического назначения

Тарасов В.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
АО «НПП "Квант"», Москва
vov1187@yandex.ru

Современные космические аппараты (КА) выполняют большую роль в исследовании инновационных технологий и научного оборудования. В большинстве случаев, питание всех систем КА осуществляется от солнечных батарей. В связи с этим к СБ предъявляются высокие требования к качеству межэлементных соединений (коммутации) ФП в секции по механической прочности и знакопеременным температурным нагрузкам при выведении СБ в космос и поэтому секция должны отличаться высокой стойкостью при эксплуатации.

Целью данной работы является исследование и создание инновационной технологии сварки серебряных токовыводов к серебряному и золотому покрытию контактных площадок фотоэлементов на основе арсенида галлия. Исследования и разработка путей инновационного развития проведены в АО «НПП «Квант», специализирующимся на изготовлении СБ.

Для стабильной работы установки односторонней точечной микросварки, основным критерием, обеспечивающим качество сварных соединений, является подготовка деталей и сварочного инструмента (СИ). СИ представляет собой расщепленный электрод и имеет пирамидальную форму рабочей части. В процессе длительной работы СИ окисляется, в связи с чем увеличивается контактное сопротивление «СИ-деталь». Для уменьшения окисления и защиты зоны места сварки введен поддув аргона. Увеличение сопротивления может привести к непровару сварной точки или термоудару. При термоударе в местах сварки может произойти отслаивание серебряного покрытия, а также появление микротрещин на ФП.

С постоянным развитием космических систем, существует тенденция по снижению веса космических аппаратов, которая касается и конструкции солнечных батарей, в частности толщины ФП. С уменьшением толщины ФП, созданных на основе арсенида галлия с величины 150 мкм до величины 130 мкм и менее, сборка таких ФП с токовыводящими шинами предъявляет более высокие требования к оснастке, начиная от транспортировки заканчивая сборочно-сварочными операциями. Микросварка ФП толщиной 130 мкм показала, что при работе на установках без автоматизированного привода механизма сжатия, качество сварки напрямую зависит от исполнителя. Наличие автоматизированной системы механизма сжатия и управления по программе позволяет запускать процесс сварки исключая влияние исполнителя. К данной работе допускаются сварщики квалификации не ниже 3 разряда.

Для проведения опытных работ были взяты технологические образцы ФП, созданных на основе арсенида галлия. Размер образцов (37х76 мм) толщиной 0,13 ± 0,01 мм и серебряные токовыводящие контакты (шины) шириной 2 – 3 мм и толщиной 0,03 мм.

В результате сварки технологических образцов с разными комбинациями параметров с последующими испытаниями на отрыв токовыводов от ФП из арсенида галлия были

установлены режимы сварки, обеспечивающие необходимую прочность сварных соединений на отрыв в соответствии с требованиями конструкторской документацией. Сколы и трещин на пластинах ФП при сварке не наблюдались.

На установленных режимах были сварены контрольные образцы с замерами электрических характеристик до сварки и после сварки. Электрические характеристики элементов после сварки не изменились.

В результате проведенных исследований установлено, что наличие автоматизированной системы механизма сжатия и возможность программирования режимов процесса гарантирует стабильность сварки токовыводов из серебряной фольги 0,03 мм к серебряному покрытию ФП из арсенида галлия и обеспечивает 100%-ную прочность сварных соединений.

По результатам испытаний определено, что наличие возможности комбинировать параметры сварки на установках УМС, позволяет выбирать оптимальные режимы для получения качественного и стабильного сварного соединения.

При переходе на новые технологические решения с автоматизированными системами гарантируется не только повышение стабильности качества сварки, но и исключается влияние исполнителя. Проведенные исследования приблизили возможность осуществления перехода на автоматизированный процесс сборки солнечных батарей.

Исследование, внедрение в производство установок серии УМС с системой автоматизированного механизма сжатия СИ и программирование режимов работы в сварочное производство АО «НПП «Квант» и создание инновационной технологии сварки серебряных токовыводов к серебряному и золотому покрытию контактных площадок фотоэлементов, позволяет поддерживать постоянно совершенствующуюся технологию по сборке ФП с токовыводами.

Морфологический анализ устройств компенсации тепловых деформаций металлорежущих станков

Тропынин Н.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Юрин В.Н.
МАИ, Москва
krololo1997@gmail.com

Точность обработки деталей авиационных изделий обеспечивается металлорежущими станками. В связи с нагревом деталей и узлов станков при работе возникают линейные и угловые тепловые деформации (ТД), существенно влияющие на точность обработки.

В современных станках используется широкий круг методов и средств уменьшения величины ТД и степени их влияния на точность станков [1], [2], [3]. В данной работе с целью систематизации устройств компенсации ТД дополнительными перемещениями рабочих органов станков и поиска новых технических решений на основе анализа известных решений разработаны обобщенная блок-схема реализации и (по опыту статьи [4]) морфологическая таблица (матрица) устройств компенсации ТД. Эта таблица построена на основе следующих выявленных характерных морфологических признаков упомянутых устройств: А — Система управления, Б — Источник информации, В — Наблюдаемый параметр, Г — Определение величины и знака компенсации, Д — Исполнительный орган, Е — Привод исполнительного органа.

Морфологические признаки А – Е для конкретного устройства компенсации ТД принимают свои значения. В частности,

• Система управления может быть А1 — замкнутой (с обратной связью) и А2 — разомкнутой (без обратной связи);

• В качестве источника информации могут использоваться: Б1 — результаты расчета, Б2 — результаты эксперимента, Б3 — знания специалиста (оператора / наладчика станка), Б4 — комбинация вышеуказанных вариантов Б1 – Б3;

• Наблюдаемыми (контролируемыми) параметрами могут быть: В1 — размеры обрабатываемой на станке детали, В2 — температура выбранной точки на станке, В3

температурное поле выбранной детали станка, В4 — линейная тепловая деформация станка в 1 месте, В5 — линейная тепловая деформация станка в N местах, В6 — угловая тепловая деформация станка в 1 месте, В7 — угловая тепловая деформация станка в N местах, В8 – прочие (в том числе комбинация вариантов В1 – В6);

• Определение величины и знака компенсации ТД могут осуществляться: Г1 — устройством ЧПУ станка, Г2 — алгоритмом коррекции, загружаемым в виде файлов в устройство ЧПУ, Г3 — по математическим моделям погрешностей станка, Г4 — программным средством, написанным в системе MATLAB, Г5 — спецблоком компенсации ТД, Г6 — прочее (в том числе комбинация вариантов Г1 – Г6);

• В качестве исполнительного органа устройства компенсации ТД могут использоваться: Д1 — устройство ЧПУ станка, Д2 — внешнее (дополнительное) устройство, Д3 — прочее (в том числе комбинация вариантов Д1 – Д2);

• Приводом исполнительного органа устройства компенсации могут быть: Е1 — привод станка, Е2 — упруго-силовой, Е3 — тепловой, Е4 — магнитострикционный, Е5 — пневматический, Е6 — гидравлический, Е7 — прочие (в том числе комбинация вариантов Е1 — Е6).

В результате с помощью данной морфологической таблицы можно идентифицировать любое устройство компенсации ТД (как известное, так и новое, охраноспособное). В докладе приведены примеры описания ряда устройств компенсации ТД станков.

Разработанная морфологическая таблица может быть использована для компактного представления множества существующих устройств компенсации ТД станков в инженерной практике и в учебном процессе, а также при поиске новых их конструкций с использованием процедур морфологического анализа.

Список литературы:

1. Поляков А.Н. Компьютерные исследования тепловых деформаций металлорежущих станков. Методы, модели и алгоритмы. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 382 с.

2. Юрин В.Н. Автоматизация ранних стадий проектирования средств повышения качества станков путем управления их тепловыми деформациями. – М.: ВНИИТЭМР, 1991. – 72 с.

3. Ito Y. Thermal Deformation in Machine Tools. — McGraw-Hill, 2010. — 240 p.

4. Юрин В.Н. Информационное обеспечение проектирования теплонагруженных деталей и узлов станков. // Станки и инструмент, 1992, № 7. – С. 12-14.

Теплонагруженные детали станков: методика сравнительного патентного исследования

Туль П.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Юрин В.Н.
МАИ, Москва
polinatul99@gmail.com

При обработке точных деталей авиационно-космической техники основным видом технологического оборудования являются металлорежущие станки (МРС). Точность МРС в значительной степени определяется тепловыми деформациями их деталей [1]. Поэтому конструкциям теплонагруженных деталей станков уделяется большое внимание как в отечественном [2], [3], так в мировом станкостроении [1].

Целью сравнительного патентного исследования теплонагруженных деталей МРС является оценка активности патентования таких деталей станков, производимых лидерами мирового станкостроения и Россией.

Методика проведения указанного исследования включает нижеследующие основные действия.

1. Выбор стран при исследовании должен осуществляться на основе данных отчетов исследований мирового рынка МРС «The World Machine-Tool Output & Consumption Survey» компании Gardner Research (США). Чтобы сократить трудоемкость проведения патентного исследования, следует ограничиться 5-ю странами-лидерами производства мирового станкостроения и Россией.

2. Определение объектов патентования – видов теплонагруженных деталей МРС, определяющих точность обработки. Такие детали определятся по данным публикаций отечественных и зарубежных исследований тепловых деформаций МРС, в том числе с помощью систем поиска в интернете (Яндекс, Google и др.).

3. Определение классов/подклассов (классификационных индексов) Международной патентной классификации (МПК) патентов на выбранные объекты патентования (см. п. 2). Для этого рационально (для минимизации затрат времени) взять за основу индексы известных отечественных патентов на выбранные объекты патентования. При необходимости возможно использовать альтернативные методы определения классификационных индексов МПК (вспомогательных инструментов, например, Алфавитно-предметного указателя МПК, текстовый поиск по самой МПК).

4. Выбор периода(ов) времени получения патентов на выбранные ранее (см. п. 2) объекты патентования. Первоначально можно просто назначить ряд лет получения упомянутых патентов, например, 1991 год (из соображений установления результатов исследования с учетом данных СССР, занимавшего объемам производства 2–3 место в мире) – 1995 год – 1999 год – 2003 год – 2007 год – 2011 год – 2015 год – 2019 год. В зависимости от наличия (доступности) электронных каталогов зарубежных каталогов патентов приведенный выше ряд лет может быть скорректирован.

5. Просмотр фонда патентов на теплонагруженные детали станков выбранных классов/подклассов МПК патентов выбранных (см. п. 1) стран за назначенный(у) (см. п. 4) период(ы). Такие патенты могут быть просмотрены в фондах Всероссийской патентно-технической библиотеки (ВПТБ) на бумажном или электронном носителе, а также с использованием электронных каталогов (баз данных) в интернете.

Анализ результатов просмотра фонда патентов на теплонагруженные детали станков, выполненного в соответствии с п. 5 методики. Здесь определяется количество выданных патентов по всем классификационным индексам для каждой рассматриваемой страны, оценивается статус патентообладателя каждого патента (резидент/не резидент, частное лицо, промышленное предприятие, вуз, научно-исследовательская организация и т.п.), формулируются выводы по проведенному патентному исследованию.

Апробация настоящей методики рассматриваемого патентного исследования на авторитетной конференции «Гагаринские чтения» позволит повысить качество его проведения.

Список литературы:

1. Ito Y. Thermal Deformation in Machine Tools. — McGraw-Hill, 2010. — 240 p.

2. Поляков А.Н. Компьютерные исследования тепловых деформаций металлорежущих станков. Методы, модели и алгоритмы. — Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 382 с.

3. Юрин В.Н. Автоматизация ранних стадий проектирования средств повышения качества станков путем управления их тепловыми деформациями. – М.: ВНИИТЭМР, 1991. – 72 с.

Применение аддитивного производства в авиастроении

Чугунов Д.В.
Научный руководитель — к.э.н. Сазонов А.А.
МАИ, Москва
mdz8226@gmail.com

В эпоху инновационной экономики аддитивные технологии становятся ярким примером того, как новые разработки существенно улучшают традиционное производство, обеспечивая конкурентные преимущества изделий и открывая новые возможности для многих отраслей промышленности. По оценкам специалистов, аддитивные технологии позволяют увеличить производительность труда в 30 раз, довести коэффициент использования материала до 95%, снизить массу конструкции на 50%. Аддитивные технологии представляют собой планомерное наращивание слоев различных материалов с использованием 3D-технологий, в

результате которого можно создать фактически любой объект. Рассмотрим технологии 3D-печати для машиностроительных предприятий:

- Послойное наплавление (FDM);
- Полноцветная струйная печать (CJP);
- Многоструйная печать (MJP);
- Лазерная стереолитография (SLA);
- Селективное лазерное плавление (SLM);
- Селективное лазерное спекание (SLS).

Современные аддитивные технологии подразделяют на 7 видов и 2 класса. Рассмотрим преимущества аддитивных технологий, которыми они выгодно отличается от традиционных способов производства. Первый фактор, конечно же, экономический. Применение метода 3D-печати позволяет существенно сократить цикл любой разработки. Аддитивщикам не нужны оснастка, литьевые формы и штампы – из принтера выходит уже готовая деталь, близкая по форме к конечной (near net shape), которой требуется лишь минимальная обработка. Следующее преимущество – возможность создания сложнопрофильных деталей. В случае 3D-печати можно благополучно забыть о традиционных ограничениях по заполняемости литейной формы и диаметру обрабатывающей фрезы, созданию сложных внутренних каналов. И, наконец, третье преимущество – применение аддитивных технологий позволяет использовать материалы, которые недоступны для традиционных формообразующих технологий, таких как литье и мехобработка.

Лазерная плавка металлов обретает все более важную роль в авиастроительной отрасли за счет более коротких производственных циклов, повышенной экономичности и практически неограниченной свободы дизайна. В то же время все более очевидными становятся и такие преимущества, как возможность изготовления более легких деталей под впечатлением от бионики. Хорошим примером являются 3D-печатные кронштейны для Airbus A350 XWB. Ранее, эти компоненты изготовлялись за счет фрезеровки алюминиевых болванок, теперь же стало возможным изготовление 3D-печатных титановых деталей. Само собой, это привело к значительной экономии веса. Так, в случае с титановым кронштейном была достигнута экономия в 30%. Меньший вес летательного аппарата при сохранении его аэродинамических характеристик означает более высокую грузоподъемность и, как следствие, повышенную рентабельность.

Аддитивные технологии часто противопоставляют механической обработке. Почему-то считается, что последняя дешевле. Однако, когда речь идет о детали сложной формы, для её механической обработки нужно ещё написать и отработать управляющую программу. Это стоит денег, а в аддитивных технологиях процесс подготовки к созданию детали в значительной степени автоматизирован: все делается нажатием нескольких кнопок.

Аддитивная технология рентабельна там, где стоимость изготовления килограмма высока, прежде всего, в высокотехнологических отраслях. Аддитивные технологии являются последним словом в технологии создания продукции в различных отраслях и сферах. Достижения России позволят использовать новые методы в авиастроении.

Список литературы:

1. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство. – М.: Техносфера, 2016. – 656 с.

2. Сазонов А.А., Комонов Д.А., Трегубова О.И. Исследование современного состояния науки и технологий в отечественном авиастроении // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2017. № 3. – С. 49-53.

3. Литунов С. Н., Слободенюк В. С., Мельников Д. В. Обзор и анализ аддитивных технологий. Часть 1 // Омский научный вестник. – 2016. – № 1 (145). – С. 12-17.

Анализ процесса сварки трением перемешиванием

Шандрук В.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бойцов А.Г.
МАИ, Москва
prizrakvov@yandex.ru

В докладе рассматриваются особенности и области применения сварки трением с перемешиванием (СТП) в производстве аэрокосмической техники.

На сегодняшний день в аэрокосмической промышленности проводят внедрение сложных технологий в производство корпусов и двигателей летательных аппаратов. Эти мероприятия проводятся с целью уменьшения затрат на сырьё, на техническое обслуживание и ремонт. Для лучшего проведения контроля за эксплуатационными расходами. И с целью уменьшения объёма сжигаемого топлива и уменьшения отрицательного влияния на окружающую среду. Одним из способов повышения технологичности, является внедрение процессов сварки трением.

Современная промышленность располагает десятками разнообразных видов и способов сварки металлов, применения которых, как правило, классифицируют по трем основным признакам.

Физические – форма энергии, используемая для осуществления процесса сварки, а также вид источника энергии.

Технические – непрерывность и степень механизации процесса сварки. А так же способ защиты свариваемого материала в зоне сварки.

Технологические – установлены для каждого вида сварки отдельно [1].

Благодаря появлению новых типов универсального и специализированного технологического оборудования с системами программного управления процессом сварки, СТП, используется в производстве космических летательных аппаратов, отсеков для спутников, топливных отсеков ракетоносителей и применяется в производстве газотурбинных двигателей.

Суть процесса сварки трением сводится к тому, что торцы двух свариваемых деталей поджимаются при помощи усилия, затем приводятся в относительное движение. В результате работы сил трения в поверхностном слое свариваемых деталей генерируется тепловая энергия. Количество этой энергии достаточно для нагрева металла до пластического состояния. После прекращения относительного движения, происходит образование сварного соединения, под действием приложенного усилия в совокупности с пластической деформацией объемов металла, вступавших в контакт при поджатии [1].

Благодаря высокому качеству сварных соединений, процесс сварки трением получает все большее распространение. Перемешивание металла в твердой фазе совместно с деформацией создает структуры которые являются более прочными, чем основной материал. Как правило, усталостная прочность сварного шва и прочность на растяжение составляет порядка 90% исходного материала по этим же параметрам. Так же сварка трением может выполняться в разнообразных положениях: в горизонтальном, вертикальном, под наклоном, так как силы гравитации не влияют на процесс сварки. Имеется возможность сваривания разнородных материалов, композитных материалов и термопластичных пластиков. При выполнении сварки трением с перемешиванием отсутствует разбрызгивание расплавленного металла, что повышает безопасность процесса. Так же не требуется предварительно очищать рабочую поверхность и отсутствует необходимость в присадочных материалах. Сварка трением, при наличии специального инструмента и оснастки может выполняться как на обычном металлорежущем оборудовании, так и на ЧПУ станках.

Геометрия инструмента определяет качество и производительность процесса сварки трением с перемешиванием. Требования к инструменту заключаются в следующем: он должен обеспечивать качество сварного соединения, создавая требуемые условия для массопереноса и термопластической деформации. Так же он должен иметь необходимую прочность, стойкость и минимальную силу внедрения в свариваемые детали. Материал инструмента

должен быть твердым, иметь высокие показатели жаростойкости и жаропрочности. Он должен хорошо сопротивляться изнашиванию и иметь низкую теплопроводность.

Для повышения вышеперечисленных характеристик инструмента используют технологии поверхностного упрочнения и используют различные методы нанесения покрытий на инструмент [1].

Список литературы:

1. Технология производства авиационных газотурбинных двигателей: Учеб. Пособие для вузов / Ю.С. Елисеев, А.Г. Бойцов, В.В. Крымов, Л.А. Хворостухин. М.: Машиностроение, 2003. 512 с.

2. W. M. Thomas et al., 1991. US Patent No. 5,460,317.

Проектирование многофункциональной малогабаритной разрывной машины с защитой от воздействия влаги

Янко П.О., Прохорова М.А., Ступников Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Абашин М.И.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
panteleymon.yanko@mail.ru

Исследования выполнялись в рамках грантов РФФИ 18-29-18081 и 19-38-90228\19, гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации НШ-3778.2018.8 и грантов от фонда содействия инновациям по программе УМНИК-18 (в) в соответствии с договором №14727ГУ/2019 и № 14549ГУ/2019.

Введение. На сегодняшний день на рынке измерительных приборов практически отсутствуют полнофункциональные разрывные машины малых габаритов, адаптированные для использования в учебно-научных целях. А имеющееся компактное оборудование, применяемое в текстильной промышленности, не позволяет создать достаточного усилия для испытания на растяжение новейших образцов самых разнообразных материалов. Модели же, имеющие защиту рабочих органов в соответствии со стандартами IP65 практически отсутствуют в виду малого спроса. Однако, разрывные машины с защитой от влаги требуются для расширения возможностей и области применения развивающегося метода ультраструйной диагностики, перспективность которого подтверждена рядом исследований [1-4].

Ультраструйная диагностика (УСД) представляет собой аппарат получения оперативной информации о параметрах состояния поверхностного слоя самых различных объектов анализа (ОА). УСД основана на анализе зависимости характеристик локальной гидроэрозии диагностируемого участка поверхности ОА от параметров его качества: физико-механических свойств (ФМС) и степени эксплуатационно-технологической поврежденности. Также особый интерес вызывает проведение данной диагностики в условиях напряженного состояния исследуемого материала. С целью удовлетворения данной потребности на кафедре Технологий ракетно-космического машиностроения МГТУ им. Н.Э. Баумана была создана специальная конструкция разрывной машины.

Целью работы было создание модели разрывной машины на нагрузку 10 кН, сочетающей в себе простоту конструкции, экономичность исполнения, малые габариты и, в то же время, полную функциональность, а также возможность эксплуатации в условиях разбрызгивания воды.

Описание конструкции. Исходя из небольшого (10 кН) развиваемого усилия, условий эксплуатации во влажной среде и в целях экономии средств создание основной нагрузки выполняется одним винтом шарико-винтовой передачи (ШВП). Привод состоит из серводвигателя с волновым редуктором, который располагается на кронштейне в верхней части конструкции. Крутящий момент от двигателя на винт передается с помощью разрезной компенсирующей муфты. Винт ШВП устанавливается по одноопорной схеме в силу своей малой длины, фиксирующая опора располагается со стороны муфты также в верхней части машины. Подвижная траверса имеет коробчатую конструкцию и полностью «прячет» в себе винт при максимальном поднятии. Перемещение траверсы осуществляется по двум

цилиндрическим направляющим посредством 2 пар линейных шариковых подшипников. Прикладываемое к испытываемому образцу усилие регистрируется тензодатчиком, установленным на траверсе. Захваты для испытуемого образца с клиновидными губками имеют простую конструкцию и малые габариты, но в то же время сохраняют за собой высокие свойства надежности и функциональности. Захваты могут быть легко сменены специальными платформами, в таком случае машина может использоваться в экспериментах на сжатие. Опорная плита, на которой смонтированы направляющие колонны, также выполнена в виде коробчатой конструкции. В дальнейшем машина без особых усилий и затрат будет снабжена комплектом гофрозащиты направляющих и винта от влаги и использована в экспериментах по ультраструйной диагностике материалов, что является важной особенностью данного изделия. Габариты разрывной машины (мм): ДхШхВ=200х420х1350.

Выводы. Конструкция спроектированной разрывной машины адаптирована к условиям учебно-научной работы. Малые габариты позволяют устанавливать изделие практически в любом помещении. Благодаря простоте исполнения и в виду небольшого количества открытых узлов данная машина будет защищена от влаги и использована при ультраструйной диагностике материалов.

Список литературы:

1. Судник Л.В., Галиновский А.Л., Колпаков В.И., Хафизов М.В., Муляр С.Г., Сайфутдинов Р.Р. Формирование и ультраструйная диагностика спеченного материала из наноразмерного порошка бемита //Наноинженерия. 2013. № 1 (19). С. 26-31.

2. Галиновский А.Л., Муляр С.Г., Судник Л.В. Технологические особенности создания конструкционной керамики с использованием наноразмерного порошка бемита и возможности её ультраструйной диагностики //Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013. № 11. С. 64-69.

3. Галиновский А.Л., Муляр С.Г., Хафизов М.В. Применение гибридной диагностики для оценки эксплуатационных свойств композиционной керамики //Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2012. № 9. С. 65-69.

4. Барзов А.А., Галиновский А.Л., Хафизов М.В. Имитационное моделирование акустического излучения, возникающего при взаимодействии высокоскоростной струи жидкости с материалом //Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013. № 8. С. 40-46.

Секция №8.2 Технологии цифрового производства

Цифровые производственные технологии

Власов Э.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Юрин В.Н.
МАИ, Москва
vlas0v.eduard@yandex.ru

Современное конкурентоспособное машиностроение активно переходит к реализации новых программ технологий, таких как национальный проект «Цифровая экономика» (РФ), Advanced manufacturing partnership (США), Materials Genome initiative (США), Factories of Future partnership/ Horizon 2020 (ЕС), Industry 4.0 (ФРГ), Made in China 2025 (КНР), Society 5.0 (Япония). Среди мировых инициатив этих программ можно выделить концепции фабрик, ориентированные на определенный этап жизненного цикла изделия (ЖЦИ) – «Цифровая фабрика» (проектирование), «Умная фабрика» (безлюдное производство), «Виртуальная фабрика» (сеть предприятий).

К технологиям «Цифровых фабрик» относятся технологии математического моделирования с созданием аннотируемых электронных моделей (PMI), компьютерного проектирования (CAD), компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга (CAE, HPC), оптимизации конструкции (CAO), технологической подготовки производства (CAPP, CAM), быстрого прототипирования, цифровых двойников (Digital Twin), виртуальных испытаний, управления потоками задач (workflow), управления данными изделия (PDM) [1].

К технологиям «Умных фабрик» относятся система планирования ресурсов предприятия (ERP), система управления производственными процессами (MES), система диспетчерского управления (SCADA), числовое программное управление (CNC), технологии виртуальной и дополненной реальности (VR, AR), гибкие производственные системы (ГПС), промышленная робототехника, автоматизированные измерения (CAI), быстрая переналадка (SMED), высокоскоростные субтрактивные (глубинное шлифование, ЭЭО) и селективные методы обработки, аддитивные технологии.

К технологиям «Виртуальных фабрик» относятся планирование ресурсов предприятия (ERP), управление взаимоотношениями с заказчиком (CRM), управление цепочками поставок (SCM), управление продажами и обслуживанием (S&SM) [2].

Вышеперечисленные технологии используют большой объём данных (BigData), получаемых посредством индустриального интернета вещей (IIoT – статистика использования оборудования), распределенные (в т.ч. облачные) вычисления, хранение и передачу данных. Совершенствуются технологии машинного обучения, искусственного интеллекта.

Согласно концепции цифрового производства в бизнес-процессах используются данные, а не документы. Такой дата-центричный подход требует внедрения PLM-решений (систем управления ЖЦИ), функционал которых охватывает все стадии ЖЦИ, CALS-технологии (технологии электронной информационной поддержки ЖЦИ), использующие стандарты обмена и хранения данных (STEP, PLIB, MANDATE, SGML) и методологии организации бизнес-процессов (нотация SADT – семейство IDEF, нотация eEPC, нотация BPMN) [3].

Внедрение цифровых производственных технологий должно сопровождаться:

• Анализом применяемости существующих технологий (например, по циклам зрелости технологий (Gartner’s hype cycle [4]), по мировому опыту их использования по материалам отечественных и зарубежных выставок и публикаций);

• Построением траектории внедрения средств электронной информационной поддержки процессов ЖЦИ на основе анализа производительности инженерного труда с учетом «зрелости» предприятия (в части использования цифровых технологий), его финансовых и кадровых условий [5];

• Использованием автоматизированных систем поддержки принятия решений (DSS), в том числе экспертных систем;

• Моделированием кросс-функциональных процессов (IDEF0-диаграммы, сетевые диаграммы, диаграмма Ганта);

• Расчетом экономического эффекта (ROI) и экспертной оценкой альтернативных вариантов реализации.

Для квалифицированного использования цифровых производственных технологий, обеспечения роста производительности инженерного труда особое значение имеет пошаговый переход отечественного инженерного образования к включению этих технологий в учебный процесс инженерных кафедр ВУЗов[6].

Список литературы:

1. Цифровое производство. Методы, экосистемы, технологии. [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2017/11_november/17/tsifrovoe_proizvodstvo_112017.pdf. — Дата обращения: 25.01.2020.

2. Кондаков А.И. САПР технологических процессов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Кондаков. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 272 с.

3. Международная энциклопедия CALS-технологий. Авиационно-космическое машиностроение. / Гл. редактор А.Г. Братухин. – М.: НИЦ АСК, 2015. – 608 с.

4. Fenn J., Raskino M. Mastering the Hype Cycle. – Harvard Business Press, 2008. – 339 p.

5. Злыгарев В.А., Юрин В.Н. Анализ производительности инженерного труда для построения CALS-систем. / Применение ИПИ (CALS)-технологий для повышения качества и конкурентоспособности наукоемкой продукции. Материалы V Межд. конф. (форума). — М.: МВМ, 2003. — С. 75-79.

6. Юрин В.Н. Компьютерный инжиниринг в инженерном образовании: Новый этап. Пути реализации. / Научно-технический прогресс в черной металлургии-2019. Материалы IV Международной научно-практической конференции. / Отв. ред. Н.Л. Балабанова. – Череповец: ЧГУ, 2019. – С. 241-246.

Методика внедрения информационного моделирования сооружений (BIM) и её апробация на примере монтажно-испытательного комплекса

Ворошилин А.П., Брыкин В.А., Власов А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ухов П.А.
МАИ, Москва
voroshilin9@gmail.com

С увеличением темпов строительства уникальных объектов таких как технопарки и стартовые комплексы с уникальной производственной и испытательной базой, а также для переоборудования уже существующих производственно-испытательных площадок, требуется качественно новый подход к ведению строительной документации и контроль на всех этапах стройки. Такую задачу решает внедрение «цифрового двойника» зданий. На сегодняшний день уже существует практика внедрения Информационного моделирования сооружений (BIM) при проектировании и строительстве новых объектов.

BIM позволяет эффективно решать задачи: проектирования, планирования и эксплуатации. Концепция подразумевает совместную работу в едином проекте специалистов из разных сфер от архитектуры и дизайна до внедрения инженерных систем и сдачи объекта.

Целью исследования является создание методики внедрения BIM для уже построенных зданий на примере существующего монтажно-испытательного комплекса (МИК). Данный комплекс является объектом исследования. Для реверс-инжиниринга помещения используется технология лазерного 3D сканирования. Внедрение BIM здесь необходимо для определения концепции размещения оборудования или даже различных конфигураций помещения.

Использование 3D сканирования позволяет получить облако точек для выявления отклонений, построить 3D-план цеха, а также сократить время создания рабочей конструкторской документации.

В конечном счете мы получаем BIM модель с полным функциональным описанием объекта, а также пониманием сроков и стоимости строительства. Такая модель в дальнейшем может быть использована для задач визуализации, создания концепт-проектов перепланировки и переоборудования помещений, анализа конструкций на прочность, макетирования, получения документации для строительства, и др.

В работе предложена методика построения информационных моделей сооружений методом 3D-сканирования. Ключевые её этапы включают в себя:

1. Получение замеров помещения (облака точек) бесконтактным 3D-сканированием;
2. Обработку облака точек с помощью инструментов BIM-проектирования;
3. Создание архитектуры (конструктива) и получение информационной модели объекта;
4. Создание визуальных концепций на основе BIM-модели;
5. Подготовка информационной модели к передаче на конкретный этап жизненного цикла сооружения

Методика апробирована на примере монтажно-испытательного комплекса, с подробным описание каждого из вышеперечисленных шагов

Внедрение BIM и стандартизация методики цифровизации ускорит процесс возведения крупных объектов аэрокосмической отрасли, требующих качественного контроля на всех этапах строительства. Разрабатываемый алгоритм позволит оптимизировать процесс реверс-инжиниринга, а это в конечном итоге позволит получить универсальную информационную модель с возможностью использования на протяжении всего жизненного цикла.

Специфика процесса реверс-инжиниринга с применением пакетов полуавтоматической векторизации Geomagic Design и Ansys для завода ЯМЗ

Гуляев А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Калачев О.Н.
ЯрГТУ, Ярославль
andrey.gulyaev.00@gmail.com

В ходе магистерской производственной практики по дисциплине НИР на заводе ЯМЗ была поставлена задача исследования способов разработки литьевой оснастки для имеющегося натурного образца детали дизеля. Освоены несколько программных решений для выполнения всего комплекса этапов от получения «облака точек» в формате stl, оценки степени соответствия прототипу, через векторизацию, анализ критических зон МКЭ в условиях функционирования в изделии и предложены изменения конструкции с целью снижения распределения напряжений

На первом этапе изучалось рациональное размещение образца при сканировании, нанесение матового покрытия и удаление вспомогательных поддерживающих элементов. Выбрана освещённость и покрытие, которые способствуют формированию точечной модели детали. Исследованы методики сканирования при использовании 3D-сканеров в реверс-инжиниринге различных моделей, и способов сканирования. На примере типовой детали был осуществлен реверс-инжиниринг с применением сканеров различной точности сканирования и проанализированы результаты на предмет отклонения геометрии. Исследованы возможности сканера как метрологического инструмента для контроля геометрии изделия. Сканеры применялись в различных условиях освещённости, цветов детали и режимах.

Полученный файл формата stl передавался в Geomagic Design X [1], где выбиралось рациональное расположение системы координат в облаке точек для автоматической аппроксимации поверхностей и ручной доработки отдельных элементов в качестве контуров для ручного твердотельного моделирования. При этом использовалась различная точность приближения к геометрически правильному контуру в пределах возможности графической платы и оперативной памяти ПК.

Полученная векторная модель, заменившая облако точек, анализировалась в заданной условиями функционирования детали схеме нагружения с целью определения причин

разрушения первоначального натурного образца. Исследована дискретность сетки МКЭ в пакете Ansys [2].

Далее 3D-модель подвергалась изменению в пакете Fusion 360 [3], а затем итерационно вновь исследовались поля напряжений в критических зонах. Полученная окончательная редакция конструкции вновь конвертировалась в формат принтера и печаталась пластиком

На заключительном этапе отрабатывали такие параметры аддитивной печати, которые имели следствием наименьшую шероховатость поверхности для минимизации чистовой обработки мастер-модели для получения формы отливки детали в металле и механообработки для заключительных испытаний в реальных условиях функционирования.

Помимо сформулированных рекомендаций для заводской практики результатом исследования процесса реверс-инжиниринга стали методические указания для учебного процесса на кафедре «Компьютерно-интегрированная технология машиностроения» ЯГТУ [4].

Список литературы:

1. Geomagic Design X software [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://geomagicdesignx.com.

2. Сайт разработчика ANSYS Workbench [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ansys.com/

3. Fusion 360 software [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.autodesk.com/products/fusion-360

4. МУ. Реверс-инжиниринг с использованием 3D-сканера / Сост.: О.Н. Калачев, А. С. Гуляев – Ярославль: Издат. Дом ЯГТУ, 2020. – 45 с. (в печати)

Разработка и исследование информационной системы учета и поставок нефтепродуктов

Дудкин А.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Молодницкий В.И.
МАИ, Москва
alex-6991@mail.ru

Быстрые темпы роста объемов добычи нефти, обусловлены тем, что потребность в продукции нефтяных компаний стремительно растет, в связи с этим, появляется необходимость в создании эффективной информационной системы для контроля учета, добычи и поставок нефтепродуктов.

В настоящее время, применяемое оборудование и информационные системы в большинстве компаний являются морально и физически устаревшими, несмотря на то, что многие из них переходят на электронный документооборот, стараются внедрять различные системы для автоматизации отдельного ряда задач, тем не менее полноценных современных информационных систем, объединяющих в себе различные подсистемы в один общий модуль для управления потоком данных попросту нет.

Внедрение АИС (автоматизированной информационной системы) позволило бы автоматизировать рутинные процессы, улучшить экономическое планирование и увеличить контроль над зонами добычи и хранения нефти, так как с точки зрения крупных нефтяных компаний, количество месторождений может исчисляться десятками и сотнями.

В данной работе рассматривается предложение по разработке АИС верхнего уровня, которая направлена на агрегирование данными всех дочерних подразделений компании ПАО НК «Роснефть». Кроме того, предлагаемая АИС имеет ролевую систему пользователей, работать в данной структуре смогут сотрудники различных должностей и зон ответственности.

Таким образом, целью разработки АИС является повышение эффективности стратегического планирования и анализа, улучшение и упрощение отчетности, а также мониторинг за каждым дочерним подразделением, которое в свою очередь, используя средства данной АИС, может вести контроль за своей инфраструктурой, производить подсчет необходимых мощностей и объемов производства.

В структуру системы будет входить следующий список модулей:

• Модуль аналитики по всем дочерним подразделения;
• Модуль аналитики по сдаче нефти в магистральный нефтепровод;
• Модуль аналитики по резервуарным паркам;
• Модуль отчетности;
• Модуль по мониторингу технического состояния различных агрегатов на месторождениях и цехах.

Сокращение периода запуска новых видов продукции и повышение её качества на основе разработки гибких технологий цифрового производства

Зажигин В.В., Коляскина А.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ершов М.Ю.
Московский Политех, Москва
zazhigin_rubin@mail.ru

В настоящее время в литейном производстве нашли применение цифровые технологии: прямого лазерного спекания металла (DMSL) [1]; струйной печати (BJ) [2]; лазерного спекания плакированного песка (AF); селективного лазерного спекания (SLS) [3]; стериолитографии (SLA) [4]; цифрового светопроецирования (DLP); фрезерования из металлической заготовки на станках с ЧПУ, оборудованных лазерными установками и устройствами. Эти современные технологии соседствуют с традиционными [5] технологиями: литья под действием гравитации, центробежных сил или избыточного давления, индукционного нагрева и плавки, заливки и затвердевания расплавов под избыточным давлением, применением форм и из металлов или дисперсных материалов и многое другое. Современное состояние литейной отрасли характеризуется расширением её технологических возможностей за счёт дополнения одних технологий другими, что является положительным фактом развития литейного производства в целом. Следует заметить, что это развитие, как правило, обусловлено спецификой предприятия: объёмом и номенклатурой продукции, применяемыми сплавами, уровнем подготовки кадров и др. В силу названных причин перечень применяемых технологий и оборудования является индивидуальным и в ряде случаев не достаточно технически обоснованным. Такое положение дел указывает на необходимость выработки рекомендаций, которые позволят подбирать технологии и оборудование обеспечивающее сокращение периода запуска производства новых видов продукции.

На примере двух предприятий авиапрома определена потребность в необходимой номенклатуре деталей авиационной техники, предназначенных для оснащения летательных аппаратов, и на основании разрабатываемого метода были определены четыре варианта технологических процессов. Все варианты имеют общий начальный блок включающий сканирование изделия с целью получения твердотельной модели, доработку твердотельных моделей и получение чертежей детали и отливки.

Рассмотренные варианты представляют собой следующие технологические схемы:

Первый вариант включает начальный блок, технологию DMSL, получение заготовки детали, механическую обработку, получение готовой детали;

Второй вариант включает начальный блок, технологию BJ, получение литейной формы, плавку металла, заливку формы, выбивку формы, очистку отливки, получение готовой отливки, механическую обработку, получение готовой детали;

Третий вариант включает начальный блок, технологию SLS (SLA, DLP), получение выплавляемой модели, изготовление литейной формы, выплавку модельного состава, прокалку формы, получение готовой литейной формы, плавку сплава, заливку формы, выбивку формы, очистку отливки, получение готовой отливки, механическую обработку, получение готовой детали;

Четвёртый вариант включает начальный блок, фрезерование из металлической заготовки, дополнительной механической обработки (при необходимости), получение готовой детали.

Приведен обзор современного литейного оборудования и некоторые закономерности взаимовлияния цифровых и традиционных машиностроительных технологий на примере разработанных совмещённых технологических схем.

В результате данной работы выполнен обзор современного литейного оборудования и существующих цифровых технологий, применяемых для литейного производства. Описан разрабатываемый метод анализа закономерностей взаимовлияния цифровых и машиностроительных процессов, на основании которого разрабатываются совмещённые схемы. Планируется применить разрабатываемый метод при подборе различных путей технологических схем, цифрового и машиностроительного оборудования и определении их взаимодействия, направленного на сокращение периода разработки технологического процесса и повышение качества отливок из алюминиевых сплавов при проектировании нового литейного цеха на предприятии, определив потребности предприятия и расширив номенклатурный ряд производимой продукции.

Список литературы:

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И., Третьяков Р.С. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении — Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 г. — С. 9;

2. Зленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии в машиностроении, ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» Москва – 2015 г. – С. 29;

3. Смелов В.Г; Агаповичев А.В; Сотов А.В, Кокарева В.В; Анипченко Л.А, Зайцев И.О. Разработка системы качества технологии селективного лазерного сплавления отечественных порошковых композиций // IV Международная конференция «Аддитивные технологии: настоящее и будущее» ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ Москва – 2018г. – С. 235;

4. Валетов В. А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы). Университет ИТМО. СПб – 2015 г. – С. 11;

5. Бычковский Д.Н., Неткачев А.Г. Аддитивные технологии и литейное производство // Умное производство — 2018 — №3 – С. 41-44.

Методика оптимального расположения деталей на платформе для оптимального использования материала во время 3D печати по технологии SLM

Кожин А.И., Ерохин А.А.
Научный руководитель — Ворошилин А.П.
МАИ, Москва
kozhin.a.i@yandex.ru

Проблема нехватки в аддитивных технологиях встречается довольно часто. SLM технология является одной из самых дорогостоящих, в связи с чем важно оптимально использовать материал. В данной технологии от расположения деталей зависит и расход металлического порошка.

При подготовке к печати необходимо четко понимать и учитывать следующие технологические моменты:

1. расположение деталей на платформе;
2. количество деталей;
3. количество используемого материала.

Данные факторы взаимосвязаны, так, например, если детали расположены друг за другом и имеют большие габариты, есть шанс что на деталь «1», следующую за деталью «2» по направлению движения рекотера, может не хватить порошка.

Существует большое количество возможных вариантов расположения деталей на платформе, как правило это зависит от оператора-технолога, готовящего работу для печати. В статье рассматривается три различных варианта компоновки с габаритами 45х45 мм и в высоту 50 мм, 60 мм и 70 мм, с целью выявить методику оптимального расположения.

При расположении деталей в один ряд 100% заполнение платформы построения материалом является избыточным. Таким образом, для экономии материала целесообразно

уменьшить высоту слоя платформы подачи порошка. Уменьшение высоты слоя на 50% относительно платформы построения позволит рекотеру наносить меньшее количество материала, при этом количество порошка на платформе будет вполовину меньше.

При выборе неоптимальной компоновки может возникнуть проблема нехватки материала во время печати даже при условии полностью заполненной платформы подачи порошка. В таком случае предусмотрена возможность остановки процесса построения для досыпки материала в платформу подачи порошка. Но имеются риски получить некачественное изделие, связанные с несколькими факторами:

1. печать деталей происходит в азотирующей среде;
2. внутри камеры поддерживается температура в N градусов;
3. камера обеспечивает герметичность.

Во время открытия камеры для добавления материала происходит нарушение среды построения, что влечет за собой окисление слоя детали на котором произошла остановка. Также во время досыпки порошка есть риск повредить уже напечатанную деталь.

Выходом из сложившейся ситуации будет принятие данных мер:

1. отключение детали;
2. уменьшение высоты слоя подачи порошка.

Принятие таких мер позволяет в конечном счете не нарушать среду построения, а, следовательно, и сохранить конечные характеристики готовых изделий.

Предложенный алгоритм позволяет облегчить и ускорить работу оператора-технолога на этапе компоновки камеры построения. Оптимальное заполнение камеры в конечном итоге позволит удешевить процесс печати изделий, изготовленных методами 3D печати SLM.

Особенности роботизации авиационных производств

Кузьмин А.Ю., Поперечный С.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Курицын Д.Н.
МАИ, Москва
kuzmin40535@gmail.com

На сегодняшний день развитие общества напрямую зависит от автоматизации в большинстве сферах жизнедеятельности человека, наибольшее развитие в этой области заслужили роботы. Их применение позволяет не только заменить человека в опасном для жизни и здоровья производстве, но и способствует высокому качеству выполнения работ, организации «гибкости» технологий ввиду возможности быстрой, эффективной переналадки производства и своевременной адаптации к изменениям технологического процесса.

Так как авиационная промышленность требует наивысшего качества и точности изготовления деталей и агрегатов, робототехника является очень востребованным направлением. Анализ проблем роботизации авиационного производства актуален в условиях конкуренции в изготовлении сложной техники.

В наши дни композитные материалы все чаще вытесняют алюминиевые сплавы из-за своей большой прочности при меньшей массе, поэтому недавно итальянская компания +LAB разработала роботизированную систему Atropos для 3D-печати непрерывными волокнами (базальто- и стекловолокно). Внимания заслуживает робот ISAAC, который может не только плести волокно, но и переключаться между 16 различными типами углеродного волокна с помощью большого съемного барабана.

Примером превосходства автоматизированного труда над ручным можно привести окраску самолёта в сборочном заводе Boing Everett, где 2 РТК обрабатывают трехметровую панель крыла самолёта за 25 минут с прекрасным качеством, тогда как вручную этот процесс занимает почти 5 часов с нанесением только одного слоя покрытия.

Одно из больших преимуществ роботов – это возможность работы в среде, недоступной или вредной для здоровья человека, например, сварочный робот может работать в среде защитного газа, такая сварка считается более производительной и эффективной, по сравнению с обычной дуговой.

Как вариант альтернативного использования робота, предлагается использовать робот манипулятор при испытаниях агрегатов ракетной техники, опытных образцов и систем. Главным преимуществом такой схемы является возможность удаленного управления оборудованием. Это обеспечит мобильность, гибкость и безопасность технологического обеспечения экспериментальной отрасли.

Анализ показал основные преимущества роботизации производства. Предложенный вариант альтернативного использования роботов при создании летательных аппаратов имеет потенциальные перспективы.

Анализ вероятностных параметров профилограмм на основе скрытых Марковских моделей

Кулиманов И.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Паламарь И.Н.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
ivan.kulimanov@gmail.com

Непрерывный рост требований к эксплуатационным показателям деталей машин показывает, что оценка шероховатости только высотными стандартизированными параметрами, которые широко применяются в промышленности, во многих случаях является недостаточной. Известно, что, несмотря на исключительно малые размеры неровностей, составляющих шероховатость, они оказывают существенное влияние на самые разнообразные эксплуатационные свойства деталей.

Одним из наиболее существенных факторов, затрудняющих математическое описание шероховатости, является её нерегулярность, проявляющаяся вследствие физических особенностей способов образования поверхностей. Именно нерегулярность шероховатости вызывает необходимость применять для её описания и анализа теоретико-вероятностные методы [1]. Одним из таких методов является вычисление вероятностных параметров шероховатости, представляющих собой числовые характеристики реализации случайного процесса, т. е. функционалы, заданные на множестве реализаций случайной функции. У таких функционалов можно определить математическое ожидание и дисперсию.

Существенным недостатком параметрического вероятностного подхода является то, что рассчитанные параметры не позволяют оценить весь процесс формирования шероховатости поверхности в целом. В современных исследованиях шероховатость профиля рассматривается в виде сигнала [2]. Данное представление позволяет применять вероятностные методы и модели анализа временных последовательностей, хорошо зарекомендовавшие себя при распознавании сигналов в различных практических применениях.

Целью работы является анализ профиля поверхности на основе скрытой Марковской модели, которая относится к группе порождающих графовых вероятностных моделей.

Марковская модель – это статистическая модель, имитирующая работу процесса, похожего на Марковский процесс (случайный процесс, эволюция которого после любого заданного значения временного параметра не зависит от эволюции, предшествовавшей, при условии, что значение процесса в этот момент фиксировано) с неизвестными параметрами, и задачей ставится выявление неизвестных параметров на основе наблюдаемых.

Для оценки вероятностных параметров шероховатости предлагается применить скрытые Марковские модели. Наблюдаемым процессом будет считаться шероховатость поверхности в виде профилограммы, а скрытым – вероятности переходов между наблюдаемыми состояниями. Скрытый процесс соответствует внешним факторам, приводящим к определенной форме профиля в результате обработки. К таким факторам можно отнести особенности материала детали, параметры технологического процесса и случайные факторы.

На каждый вид профиля, определяемый совокупностью параметров шероховатости, обучается своя скрытая Марковская модель. В процессе обучения для каждой модели

формируется матрица вероятностей переходов для скрытого процесса. Анализ исследуемой профилограммы выполняется путем классификации на группе обученных моделей.

Предложенный подход позволяет учесть все особенности профиля и выполнить более полную параметризацию исследуемого процесса.

Список литературы:

1. Хусу А. П., Витенберг Ю. Р., Пальмов В. А. Шероховатость поверхностей (теоретико-вероятностный подход). – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука». 1975. – 344 с.

2. Синькевич Ю. В. Вероятностно-статистическая оценка шероховатости поверхности электроимпульсно полированных деталей / Ю. В. Синькевич, А.А. Гриневич, И.Н. Янковский // Вестник БНТУ. – № 5. 2011. – С. 9 – 18.

Разработка информационной системы подготовки документации для проведения ремонтных работ дорожных покрытий

Лашкин А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва
a-lashkin@ya.ru

Разработка информационной системы подготовки документации для проведения ремонтных работ дорожных покрытий

Актуальность разработки информационной системы подготовки документации для проведения ремонтных работ дорожных покрытий обусловлена тем, что на данный момент нет стандартизированной документации на составление дефектных ведомостей с помощью которых, можно было бы повысить эффективность работы специалистов, выполняющих и согласующих ремонтные работы на всех установленных уровнях. В настоящее время инженер, выезжающий на составление дефектной ведомости, собирает записи «на листочке» которые потом передает сметчикам на составление смет.

Факторами, затрудняющими выполнение данных работ являются: неразборчивый почерк инженеров; записи на бумаге при работе в полевых условиях и негативных погодных условиях; случайные и преднамеренные ошибки при составлении смет и другие. Среди всего комплекса задач автоматизации деятельности предприятия особо выделяется необходимость автоматизации учета поставленных и выполненных задач.

Сегодня на производстве при отсутствии специализированного программного обеспечения (ПО) используются старые способы формирования документов без использования средств автоматизации. В связи с этим, разработка вышеуказанной информационной системы позволит существенно повысить эффективность подготовки и составления необходимой документации.

Состав необходимой документации для подготовки пакета документов на выполнение ремонта дорожного покрытия: дефектные ведомости, ведомости промеров по разделам дороги и смета.

В настоящее время единой формы для составления этой документации не существует.

В московской области дорожными и мостовыми работами занимаются порядка 200 подрядных организаций, оснащенных современной техникой и оборудованием. Каждому перед началом работы необходимо подготовить набор документов и их согласовать. Управляющие организации так же заинтересованы в приведении документации к единому виду.

Разработана единая информационная система, которая позволяет эффективно решать наиболее распространенные проблемы:

• Выполнение массивных расчетов на выделение денежных средств требует высокой точности, так как человек проводящий расчеты несет большую ответственность за выделение бюджета;

• Увеличение надежности хранения информации и скорости её передачи между отделами.

Использование информационной системы, выполняющей стандартизированный документооборот на всех стадиях проведения ремонта, позволяет увеличить скорость, качество и точность конечных стоимостей выполнения ремонта, а также выполнять формирование и доступ к суммарным отчетам для руководителей.

В докладе рассматриваются: общая структура построения информационной системы, состав баз данных, общий алгоритм работы приложения и приводятся примеры решения конкретных задач.

Анализ основных ИТ-тенденций развития авиапрома

Лясников Е.М.
Научный руководитель — Сазонова М.В.
МАИ, Москва
lorent413769808@gmail.com

Отрасль авиаперевозок всегда была очень высокотехнологичной и поэтому развивается с учетом общемировых тенденций и требований. Сложность ведения бизнеса авиаперевозок в значительной мере усиливается возрастающей ответственностью перед авиапассажирами. При увеличении потока пассажиров даже небольшой сбой, произошедший в обработке и последующей передаче информации, может повлечь огромные или даже катастрофические последствия. Поэтому авиационная отрасль всегда предъявляла довольно высокие требования к ИТ-инфраструктуре всех участников процесса: перевозчиков, аэропортов, поставщиков транспортных средств и пр. Вместе с тем, данная отрасль прямым образом участвует в мировых процессах в сфере экономики и активно участвует в общемировых трендах, к числу которых относится к цифровизация производства и, безусловно, информатизация. К настоящему моменту авиационный сектор в РФ ведет активные работы в сфере информатизации по пяти ключевым направлениям деятельности:

• Проведение работ в сфере информатизации действующих аэропортов;

• Проведение широкого спектра работ в сфере информатизации деятельности отечественных авиакомпаний;

• Использование иностранных и последовательная разработка отечественных специальных программ, направленных на синхронизацию данных между информационными системами авиакомпаний и аэропортов;

• Проведение работ в сфере синхронизации многофункциональных информационных систем аэропортов и других объектов инфраструктуры, деятельность которых связана с доставкой пассажиров в аэропорт;

• Проведение работ в сфере синхронизации, действующих к настоящему времени ИТ-систем аэропортов с различными информационными системами частных предприятий, оказывающих отечественным аэропортам различный спектр дополнительных услуг.

В настоящее время для достижения самых высоких требований и стандартов, в том числе и международных стандартов ведения авиабизнеса необходимо последовательно внедрять различные базовые модули/составляющие, входящие в современные ERP-системы. Данные компоненты должны в значительной мере способствовать более эффективному и в тоже время качественному управлению соответствующими группами активов, которые к настоящему моменту уже активным образом функционируют на высокотехнологичном предприятии. От степени и уровня качества протекания процесса синхронизации различных баз данных и модулей, в том числе и тех, что напрямую управляют системами специальных данных, по разносторонним направлениям контроля зависит финальный показатель качества управления всей транспортной компанией. Поэтому практически у всех международных и отечественных производителей авиационной техники ведущую роль играют вопросы связанной конструкторско-производственной оптимизаций, а также проблемы в сфере сервисной деятельность. Практически каждый перевозчик мечтает о возможности получить от производителя некоего уникального для себя предложения. Следовательно, чтобы существенным образом увеличить уровень текущего производства, отечественные

высокотехнологичные предприятия в кратчайшие сроки проводят обширный комплекс работ связанный с модернизацией текущей ИТ-инфраструктуры и последовательным образом внедряют у себя различные системы, профиль деятельности которых связан с автоматизацией и проектированием 3D-моделей. К примеру, компаний Airbus, которая в настоящее время является один из мировых лидеров авиастроения, уже активно и довольно продолжительный период использует у себя на производства различные высокотехнологичные инновации в сфере ИТ. Представленные инновации преследуют цель повышения конечного качества выпускаемых изделий, в том числе они позволяют предприятию реализовать уже сейчас высокотехнологичную концепцию «умной» фабрики. Компьютерная симуляция позволяет предприятию заблаговременно найти все нужные материалы и инструменты, а также подробно спланировать производственные процессы.

Подводя итог можно отметить, что процесс внедрения информационных систем отечественными авиакомпаниями идет по пути постепенного и последовательного внедрения отдельных модульных систем, разрабатываемых различными поставщиками, которые эффективны и удобных для проведения различных процессов в сфере автоматизации конкретных групп бизнес-процессов. Крупные игроки рынка параллельно с этим следуют по направлению применения многофункциональных ERP-систем, состоящих из сочетания нескольких уровней, к примеру, такими системами можно считать SAP или ORACLE.

Список литературы:

1. Городнова Н.В., Скипин Д.Л., Пешкова А.А. Исследование цифрового потенциала инновационных проектов российских компаний // Экономические отношения. – 2019. Том 9. – № 3. – С. 2229-2248. DOI:10.18334/eo.9.3.40897.

2. Tikhonov A.I., Sazonov A.A., Novikov S.V. Digital aviation industry in Russia // Russian Engineering Research. – 2019. – Т. 39. – №4. – Pp.349-353. DOI:10.3103/S1068798X19040178

Частотный анализ особенностей профилей поверхностей при одинаковых основных параметрах шероховатости

Назаренко В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Паламарь И.Н.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
viktory.nazarenko@mail.ru

Появление и совершенствование новых технологий обработки материалов, таких как нанотехнологии и высокоэнегетические технологии, привело к повышенным требованиям к оценке качества обрабатываемых поверхностей. На современном этапе развития производства актуальным становится направление инженерии поверхности, требующее научно-обоснованных методов оценки геометрических параметров поверхности.

В настоящее время в России качество поверхности оценивается по основным параметрам, представленным в ГОСТ 2789-73. Многочисленные исследования показали, что данных параметров недостаточно для эффективной оценки качества поверхности, требующей анализа всех особенностей профиля [1,2].

Международный стандарт ISO 4288 предполагает рассмотрение особенностей профиля в виде цифрового сигнала и описывает использование частотного подхода для оценки геометрических параметров поверхностей. В данном стандарте предложены показатели, основанные на вычислении новых параметров структуры поверхности, по которым будет производиться дальнейшая оценка качества поверхности.

Описанные методики позволяют вычислить отдельные показатели шероховатости по спектру сигнала, но не учитывают дополнительные возможности спектрального анализа, такие как анализ высокочастотных и низкочастотных компонент сигнала, анализ вклада этих компонент во временном масштабе.

В работе [3] приводится способ использования вейвлет-анализа для исследования шероховатости, но не приведены алгоритмы реализации данного способа. В работе [4] описывается применение Фурье-анализа шероховатости, но, как известно, амплитудные

спектры не дают полной информации о частотных компонентах сигнала и их недостаточно для эффективной оценки качества поверхности.

Целью работы является выявление взаимосвязей особенностей профиля с одинаковыми значениями стандартных показателей на основе спектрального анализа сигнала.

Существует множество методов частотного анализа, но все они основаны на алгоритмах Фурье-преобразования и вейвлет-анализа.

Аппарат Фурье-преобразований дает достаточно простые для расчетов формулы и прозрачную интерпретацию результатов, но не лишен и некоторых недостатков. Так, например, Фурье-анализ не отличает сигнал, являющийся суммой двух синусоид, от ситуации последовательного включения синусоид, не дает информации о преимущественном распределении частот во времени и может дать неверные результаты для сигналов с участками резкого изменения.

Вейвлет-преобразование лишено данных недостатков, обладает самонастраивающимся подвижным частотно-временным окном, одинаково хорошо выделяет низкочастотные и высокочастотные характеристики сигнала на разных временных масштабах. Однако реализация вейвлет-преобразования сложна, и результаты трудно интерпретировать для данной предметной области.

В работе были проведены эксперименты по анализу образцов с одинаковыми значениями стандартных показателей, которые показали различность формы шероховатостей, отображаемых на графиках, а также различность частотных коэффициентов каждого образца. Фурье-преобразование позволило получить амплитудные спектры образцов, которые показывают, на каких частотах сосредоточено максимальное количество гармоник сигнала. Графическое отображение результатов вейвлет-преобразования показало распределение низкочастотных и высокочастотных характеристик, а также информацию об эволюции относительного вклада компонент разного масштаба во времени.

Образцам соответствовали одинаковые основные параметры шероховатости, но при частотном анализе были выявлены различия высокочастотных спектральных коэффициентов, в том числе на разных масштабах. Таким образом, показано, что для исследования особенностей шероховатости недостаточно базовых стандартных показателей, и определена важность разработки новых эффективных алгоритмов анализа поверхностей, основанных на методах спектрального анализа.

Список литературы:

1. Валетов В.А., Иванов А.Ю. Непараметрический подход к оценке качества изделий // Металлообработка. – 2010. – № 6. – С. 55–59.

2. Федотов А. А. Математическое моделирование в исследованиях шероховатости применительно к проблемам контактного взаимодействия и разрушения: дис. канд. техн. наук/ Федотов Александр Александрович, ун-т МАТИ. – Москва, 2011.

3. Добротворский С. С. Перспективы применения вейвлет-анализа для обеспечения качества обрабатываемых поверхностей / С. С. Добротворский, Е. В. Басова, А. А. Репета // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ": сб. науч. тр. Темат. вып.: Математическое моделирование в технике и технологиях. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2014. – № 18 (1061). – С. 75-82.

4. Филимонова Е. А. Разработка методики и программы автоматизированного контроля микрогеометрии поверхностей деталей приборов с помощью графических критериев и их использование в технологических исследованиях: дис. канд. техн. наук/ Филимонова Елена Алексеевна, ун-т ИТМО. – СПб., 2014.

Автоматизация выявления причин возникновения дефектов поверхностного слоя ответственных деталей при механической обработке

Паламарь А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Паламарь И.Н.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
palamar.alisa@mail.ru

На современном этапе развития машиностроительного производства ответственных деталей авиационных двигателей повышение качества механической обработки невозможно без научных исследований процессов возникновения дефектов и способов их предотвращения. Достижение возрастающих требований по различным эксплуатационным свойствам деталей должно обеспечиваться соответствующими особенностями структуры материала и параметрами обработки. Одним из эффективных способов обработки деталей из жаропрочных сплавов является глубинное шлифование, обеспечивающее заданные параметры качества поверхностей сложного профиля [1]. В связи с тем, что процесс обработки сопровождается высоким нагревом, характерным дефектом поверхности является прижог. Поскольку при назначении параметров обработки необходимо учитывать свойства материала, то необходимо в процессе исследований влияние различных факторов на возникновение прижога.

Известно, что причинами возникновения прижога при шлифовании являются, с одной стороны, теплофизические свойства материала, особенности микроструктуры, состояние поверхности и поверхностного слоя, а с другой стороны, режимы обработки, особенности шлифовального инструмента, качество охлаждения и другие параметры технологического процесса. В настоящее время подбор параметров обработки происходит на основе опыта и не учитывает особенности структуры материала.

С целью повышения эффективности предотвращения появления прижогов необходимо установление зависимостей процесса их появления от различных параметров технологического процесса и влияющих факторов. В качестве влияющих факторов рассматривается структура материала и шероховатость поверхности.

В работе [2] рассмотрены примеры использования моделей нейронных сетей для установления зависимостей между параметрами технологических процессов и влияния их на качество поверхности. В качестве модели нейронных сетей использовался персептрон, являющийся универсальным аппроксиматором многомерных функций. Однако данное исследование было проведено для ограниченного количества параметров и не учитывало особенности структуры материала.

В данной работе разработана модель описания структуры материала по изображению, которая имеет нейроподобную архитектуру. Структурные элементы являются вершинами графа и организованы в виде слоев, обеспечивающих многоуровневое и многомасштабное представление. Интеграция данной модели с нейросетевой архитектурой позволяет получить гибридную модель, обучаемую по прецедентам. В процессе обучения модели выявляются факторы, приводящие к появлению прижогов.

Система машинного обучения на данных экспериментов обеспечит автоматизацию назначения режимов обработки в зависимости от структуры и свойств материала, качества обработки поверхности и требуемых показателей эксплуатационных свойств. Предложенный способ автоматизации позволит сократить количество брака ответственных деталей за счет прогнозирования возможных дефектов поверхностного слоя и управления соответствующими параметрами технологического процесса.

Список литературы:

1. Полетаев В.А. Технологии глубинного шлифования лопаток газотурбинных двигателей / Наукоемкие технологии в машиностроении. 2012. № 4 (10). С. 3 – 9.

2. Прогрессивные технологии моделирования, оптимизации и интеллектуальной автоматизации этапов жизненного цикла авиационных двигателей: Монография / А.В. Богуслаев, Ал.А. Олейник, Ан.А. Олейник, Д.В. Павленко, С.А. Субботин ; Под ред. Д.В. Павленко, С.А. Субботина. – Запорожье: ОАО "Мотор Сич", 2009. – 468 с.

Анализ методов и средств испытаний ГТД на серийном производстве

Портнов Е.Г.
Научный руководитель — доцент, Хопин П.Н.
МАИ, Москва
jenya.portnow2016@yandex.ru

При серийном производстве ГТД на заводах производится их стендовые испытания. Их основная задача — всесторонняя проверка качества выпускаемой заводом серийной продукции.

Проанализированы основные виды испытаний серийных ГТД: предъявительские (сдаточные), приемосдаточные (контрольные), периодические квалификационные, типовые [1-3]. Определены основные задачи, решаемые при проведении каждого вида испытаний. Документы, регламентирующие состав оборудования и методы проведения серийных испытаний.

Рассмотрен состав испытательных станций, виды и конструкция боксов, кабин управления. В том числе перспективных боксов с двумя входными шахтами и верхней подвеской ГТД.

Приведены схемы основных технологических систем испытательных боксов: топливной, масляной, водяной.

Дан анализ методов и средств испытаний для измерения давления, расходов, температуры, вибрации и других характеристик.

Представлен анализ современных бесконтактных телеметрических систем передачи сигналов с вращающихся роторов.

Список литературы:

1. Григорьев В.А., Кузнецов С.П., Гишваров А.С. и др. Испытания авиационных двигателей. М., Машиностроение, 2009, 503 с.
2. Хопин П.Н. Методические указания к лабораторным, практическим и курсовой работам по курсам «Испытания и обеспечение надёжности авиационных ГТД» М., МАТИ – РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2014, 190 с.
3. Хопин П.Н. Методические указания к лабораторным и практическим работам по курсам «Испытания авиационных ГТД» и «Испытания ЖРД». М., МАТИ, 2014, 170 с.

Применение технологии цифровых двойников в авиастроении

Пьянов З.М.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сазонов А.А.
МАИ, Москва
zahar.2000@yandex.ru

Цифровым двойником принято называть виртуальный прототип реально существующего физического изделия, группы изделий или процесса, основа которого строится на систематическом сборе и определенном повторном использовании полученной цифровой информации. Использование технологии цифровых двойников, безусловно, не ограничивается только сбором данных, полученных ещё на этапе создания и производства продукта, она позволяет агрегировать различный спектр данных на протяжении всего жизненного цикла разрабатываемого объекта. Это могут, к примеру, могут быть данные о текущем состоянии изделия, показатели датчиков, история операций, заводская и сервисная конфигурация, версия программного обеспечения и многое другое. Цифровой двойник позволяет сохранить всю историю рабочих данных.

Технология цифровых двойников позволяет успешно создавать высокоточную виртуальную модель будущего изделия, в которую можно на постоянной основе вносить определенные коррективы, полученные от проведения различных натурных экспериментов. Созданная цифровая модель объекта позволит достаточно достоверно предсказать его

поведение в течение всего жизненного цикла. К примеру, в ПАО ОДК технологию цифровых двойников применяют, в частности, при проектировании, производстве, эксплуатации двигателей SaM-146, ПД-14, перспективного двигателя большой тяги ПД-35, двигателя для Су-57. Использование технологии VR решает вопросы визуализации данных, получаемых при использовании цифровых двойников, делает работу с ними более эффективной и доступной как для конструкторов, так и эксплуатантов. Цифровизация всех этапов жизненного цикла продукта становится ключевым фактором конкурентоспособности. Необходимо постоянно совершенствовать технологии применения цифровых двойников за счет постепенной интеграции VR, сенсорных комплексов на основе интернета вещей, облачных вычислений. Эта работа позволит значительно сократить сроки вывода продукта на рынок, снизить стоимость разработки и запуска серийного производства, а также уменьшить эксплуатационные расходы. Разработка полноценной виртуальной модели объекта исследования позволит решить много проблем во время его разработок. Цифровой двойник позволит:

• Оперативно проанализировать различные варианты разрабатываемого изделия и оптимизировать время/затраты, связанные с окончательной разработкой изделия;

• Произвести замену части стендовых/натурных испытаний цифровыми;

• Существенным образом увеличить показатель надежности, ресурса, осуществляя актуальное техническое обслуживание по состоянию объекта, а не по наработке;

• Получить все характеристики (заданные и перспективные) изделия за счет точного описания происходящих в нем процессов;

• В цифровом виде проанализировать все технические решения и разработать тем самым необходимый научно-технический задел;

• Качественным образом повысить экономическую эффективность, за счет изучения особенностей режимов эксплуатации.

Разработка и исследование информационной системы организации и контроля грузоперевозок по железной дороге

Сенякин С.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Баранов П.Н.
МАИ, Москва
prod007@gmail.com

Для сопровождения процессов организации и контроля грузоперевозок по железной дороге в отраслевых компаниях используются специальные информационные системы (ИС). Их функционал позволяет автоматизировать большую часть процессов, структурировать нормативно-справочную информацию и облегчить взаимодействие с управляющими структурами, такими как ОАО «РЖД» и др. Данные системы работают в соответствии со стандартами группы ERP (Enterprise Resource Planning), которая позволила развить технологию планирования, ориентированную на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения, обеспечивающего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности.

Разрабатываемая информационная система позволит вести оперативно-финансовый учет деятельности компании, обрабатывать большие объемы отгрузочной информации и вести претензионную работу по возникающим ошибкам, получать и анализировать информацию о собственном и арендованном подвижном составе в режиме реального времени, используя оперативные данные, получаемые из ГВЦ ОАО «РЖД», с дорог, ремонтных депо и других источников.

Использование подобной информационной системы несёт следующие преимущества:

• Ускорение оформления перевозочных и производственных документов;

• Организация своевременного ремонта вагонов;

• Контроль состояния и комплектации вагонов;

• Планирование движения;
• Возможность совместного планирования производства и перевозок;
• Сокращение расходов;
• Улучшение управляемости компании;
• Эффективное управление перевозками.

Определенный набор технологической информации даст системе возможность реализовать функции планирования, и как результат сократить трудоемкость решения задач по диспетчеризации и повысить уровень контроля за исполнением назначений.

Анализ возможности перехода малого производства с парком универсальных станков на технологии Индустрии 4.0

Фёдоров С.В.
Научный руководитель — Пискарев А.С.
МАИ, Москва
fedorov_98@list.ru

В современное время большое количество предприятий малого бизнеса не может позволить себе оборудование с программным управлением по различным экономическим причинам. В связи с этим происходит замедление темпов роста предприятия. Выходом из этой ситуации является увеличение количества универсальных станков в парке предприятия, но это влечет к увеличению количества персонала, что невозможно в рассматриваемых условиях. Второй способ – это модернизация имеющегося парка оборудования путем использования электронных блоков управления.

Индустрия 4.0 в области машиностроения предусматривает цифровизацию процесса производства, то есть интеграцию информационных технологий и всех физических объектов, находящихся внутри компании, для получения более эффективной организационной модели производства изделий.

Для перехода малого предприятия к системе, основанной на технологиях Индустрии 4.0, необходимо создать единую информационную экосистему, которая позволит с большой скоростью передавать данные от разработчика к исполнителю. Одной из задач для увеличения производительности будет внедрения САПР для создания технологических маршрутов и виртуального тестирования, разрабатываемых операций технологического процесса.

Переход на технологии Индустрии 4.0 на малом предприятии позволит:
• Уменьшить количество персонала и человеческого контроля;
• Ускорить планирование процессов производства выпускаемой продукции;
• Уменьшить стоимость производства малых партий деталей из-за уменьшения издержек;
• Ускорить процесс производства при изменении продукции.

Список литературы:

1. И.В. Тарасов. Технологии индустрии 4. 0: влияние на повышение производительности промышленных компаний / Стратегические решения и риск-менеджмент №2 (107). 2018. – с. 62-70
2. Индустрия 4.0 в машиностроении // PNEVMOSALON.RU: сервер пневмоавтоматики. URL: http://pnevmosalon.ru/news/industrija-4-0-v-mashinostroenii/ (дата обращения 18.02.2020)
3. Индустрия 4.0: на пути к промышленной революции в России // SECUTECK.RU: сервер компании ООО «Гротек». URL: https://www.secuteck.ru/articles/industriya-40-na-puti-k-promyshlennoj-revoly utsii -v-rossii (дата обращения 18.02.2020)

Нейронные сети в технологиях производства систем сопровождения курса полёта аппаратов типа «летающее крыло»

Якутов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Курицын Д.Н.
МАИ, Москва
sanyayakutov01@gmail.com

В настоящее время с развитием технологий на свет появляются всё новые и новые типы беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые могут отличаться по форме фюзеляжа, по типу крыла и его расположению, по расположению двигателей, тяговых агрегатов и по многим другим факторам. И каждый новый тип летательного аппарата ведёт себя в воздухе индивидуально, в связи с чем появляется потребность в способах управления ими. Актуальным же является применение нейросетевого регулятора для решения данной задачи.

Существуют способы синтеза систем управления с использованием методов теории автоматического управления (ТАУ), синтеза последовательного, параллельного корректирующих устройств (ПИД-регуляторов с соответствующими настройками). Все они имеют свои плюсы и минусы. Альтернативным является разработка системы управления с использованием нейросети (в нашем — случае следование БПЛА по заданному курсу).

Исходными макетом послужил БПЛА с импеллерным электрическим двигателем, построенный по схеме летающее крыло. На основе его характеристик была реализована математическую модель данного летательного аппарата. Далее, использовав эту модель, был разработан нейросетевой контроллер для его ведения по заданному курсу и написано программное обеспечение (ПО). Используя этот нейросетевой регулятор были проведены симуляции поведения БПЛА при воздействии на него внешних возмущений. Подключив к БПЛА полётный контроллер мы хотим установить разработанное нами ПО и провести летные испытания.

В результате был разработан перспективный метод тестирования летных качеств новых типов ЛА.

В ходе исследований были оценены некоторые риски, которые могут возникнуть при эксплуатации:

1. Нейросетевой контроллер может оказаться не настолько эффективным, как классические системы управления.
2. Есть риск разработать не совсем корректно работающее ПО.
3. Из 2 пункта — потеря БПЛА.

Перспективы внедрения:

1. Использование нейросетевых контроллеров может облегчить переход на полностью автоматические БПЛА в будущем.
2. Универсальность по сравнению с другими методами управления, так как его можно будет применить к любому типу БПЛА самолётного типа.

Секция №8.3 Технологические процессы и системы автоматизированного проектирования металлургического производства

Исследование образцов керамических литейных форм на основе кремнозольного связующего Армосил АМ

Аглиуллина А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Варфоломеев М.С.
МАИ, Москва
foztim@mail.ru

Настоящая работа посвящена проблеме наличия органических растворителей в технологии литья по выплавляемым моделям и изъятия их из производства путем внедрения связующих материалов на водной основе.

Широкое применение в отечественной практике литья по выплавляемым моделям получило этилсиликатное связующее. Сам по себе этот материал связующими свойствами не обладает. Для придания ему связующих свойств необходимо проводить химическую операцию гидролиза в присутствии органических растворителей и кислот. Кроме того, для сокращения времени сушки слоев керамической суспензии, отверждение проводят в среде газообразного аммиака.

В последнее время, все больше литейных цехов переходят на использование экологически безопасных связующих материалов на водной основе, например, термостойкие связующие марки Армосил АМ (Россия, г. Казань). Готовые водные связующие материалы на основе коллоидального кремнезема совместимы со всеми наиболее распространенными пылевидными наполнителями (маршалит, плавленый кварц, электрокорунд и др.). На внешний вид связующее представляет собой жидкость слабо желтого или серого цвета, без видимых включений или примесей. Исследуемое связующее пожаро-, взрыво- и экологически безопасно. Срок хранения гораздо выше по сравнению с органическими этилсиликатными связующими материалами, а готовая суспензия имеет срок живучести до полугода. Литейные формы на основе связующего Армосил обладают высокой прочностью в прокаленном состоянии, обеспечивают более высокий класс чистоты поверхности, устойчивы к водной вытопке. Однако остается вопрос низкой смачиваемости восковой модели и длительные процессы сушки слоев суспензии.

В процессе исследований были установлены значения условной вязкости суспензии на электрокорунде в пределах 70 – 80 сек. При таких значениях вязкости лицевой слой керамики качественный, гладкий, без пробоин от обсыпки. Можно ожидать, что отсутствие пористой структуры исключит проникновение жидкого металла в поры поверхности формы и тем самым улучшит качество поверхности отливки.

Было проведено исследование смачиваемости поверхности восковых моделей. Из полученных данных можно отметить, что суспензия на электрокорунде хорошо смачивает поверхность восковок на основе модельных композиций Салют-3 и МВС-3А. Повышенное содержание в составе модельной композиции ПС 50-50 «жирного» стеарина, препятствует хорошему смачиванию кремнезольной суспензией.

Особенности разработки технологического процесса изготовления детали типа «полумуфта» из сплава Ст45

Еремичев А.А.
Научный руководитель — Баберцян С.А.
МАИ, Москва
lekha.yeremichev@mail.ru

Полумуфта является деталью ответственного назначения. В наше время получать подобные изделия можно разными способами, этому способствует наличие множества современных методов изготовления деталей.

Данное изделие представляет из себя осесимметричную деталь, состоящую из фланца диаметром 260 мм и толщиной 15 мм с восемью равномерно расположенными на нем отростками высотой 26 мм, и стержневой части, образованной усеченным конусом у основания диаметром 175 мм и оканчивающейся цилиндром диаметром 120 мм. Деталь имеет сквозное отверстие в центре диаметром 55 мм.

Деталь можно изготовить следующими способами: литьем, горячей объемной штамповкой и обработкой резаньем на токарных станках с ЧПУ.

Предлагается производить данную деталь методом горячей объемной штамповки в закрытом штампе, так как этот метод позволяет:

1. существенно повысить коэффициент использования металла (КИМ);
2. обеспечить высокую производительность;
3. выпускать изделия сложной конфигурации;
4. получать штамповки высокого качества, которым не требуется серьезная последующая механическая обработка.
5. повысить эксплуатационные характеристики изделия

Данные преимущества горячей объемной штамповки позволяют существенно снизить себестоимость продукции.

Также на выбор данного метода повлияли результаты математического моделирования технологического процесса горячей объемной штамповки, показавшие:

- Полное формообразование;
- Штамповка происходит в диапазоне оптимальных температур для данного сплава:
- Отсутствие внутренних и поверхностных дефектов.

Для выбора наиболее эффективного метода изготовления данной детали было использовано программное обеспечение (ПО) Quantor Form. Данное ПО позволило смоделировать все виды процессов обработки металлов давлением, а также произвести моделирование термообработки, прогнозирование микроструктуры металла во время его деформирования и точное предсказание дефектов штамповки.

Исходя из вышеперечисленных преимуществ и результатов анализа моделирования, метод горячей объемной штамповки является наиболее эффективным для изготовления данного типа изделий.

Основные технологические методы получения ультраструйных суспензий

Зонляйн Ю., Чжо Мьо Хтет
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Галиновский А.Л.
МГТУ им Н.Э. Баумана, Москва
juliana.soehnlein@gmail.com

Как известно, суспензии представляют собой двухфазную достаточно однородную гидроструктуру, состоящую из жидкости (коллоидного раствора, геля и т. д.) и мелкодисперсных твердых частиц, находящихся при нормальных условиях во взвешенном состоянии. Большинство гидротехнологических сред, в том числе обычную воду, можно

рассматривать как специфические ультрамелкодисперсные суспензии с весьма малой концентрацией твердофазных частиц [1].

Наличие в жидкости твердых частиц с определенными показателями (составом, числом, концентрацией, формой, размерами и другими физико-химическими параметрами) способно привести к существенному изменению исходных свойств жидкости (матрицы) и наполнителя (самих частиц), например, вследствие проявления различных граничных эффектов. В этом смысле суспензия представляет собой жидкотвердофазную квазиравновесную систему, имеющую все признаки классического композиционного материала: реализацию принципов синергизма, структурной, а также физико-химической гетерогенности и т. д.[2].

Исходя из этого суспензию можно условно классифицировать как специфический жидкофазный композиционный материал, обладающий широкими функционально-технологическими возможностями и потребительскими свойствами. Хорошо известные технологии получения суспензий в разных отраслях промышленности, по существу, сводятся к двум основным методам: дисперсионному и конденсационному.

В конденсационном методе появление твердой фазы в жидкости обусловлено реализацией определенной цепочки физико-химических процессов, приводящих в итоге к конденсации из исходной жидкофазной системы (раствора) мелкодисперсных частиц, как правило, кристаллической структуры и определенного химического состава [3].

Дисперсионный метод основан на измельчении исходного твердофазного материала (материалов) до заданной степени дисперсности. Этот процесс может осуществляться непосредственно в суспензируемой жидкости, а также представлять собой отдельную технологическую операцию получения мелкодисперсного порошка, вводимого затем в исходную жидкость.

Доминирующим физико-технологическим процессом при дисперсионном производстве суспензий является управляемое многократное параллельно-последовательное фракционирование (разрушение) твердофазного наполнителя суспензии до мелкодисперсного состояния. Этот процесс характеризуется резким увеличением удельной поверхностной энергии образующихся твердых частиц, изменениями исходной дислокационной структуры наполнителя и т. д., что приводит к определенной активации получаемой суспензии.

Большинство дисперсионных методов основано на механическом разрушении (измельчении, диспергировании) твердофазного материала наполнителя суспензии. Однако можно предложить и другие специфические способы диспергирования твердофазного наполнителя: испарение лучом лазера твердотельной мишени под слоем прозрачной жидкости, осуществление процесса диспергирования путем электрогидравлического разряда и т. п.

Среди известных способов механико-физического диспергирования следует выделить традиционный ультразвуковой метод (и его различные модификации) как достаточно универсальный и технологически полифункциональный вариант получения суспензий разной степени дисперсности, в том числе и ультрамелкодисперсных.

Исследования выполнялись в рамках грантов РФФИ 18-29-18081, гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации НШ-3778.2018.8 и грантов от фонда содействия инновациям по программе УМНИК-18 (в) в соответствии с договором №14727ГУ/2019.

Список литературы:

1. Galinovsky A.L., Kyaw Myo Htet, and Provatorov A.S. Prospects for the Development of Ultra-Jet Dispersion Technology for Nanocontaining Suspensions. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 709 044092, 2020, volume 709, issue 3.

2. Галиновский А.Л., Барзов А.А., и роваторов А.С. Информационно-физический механизм ультрагидроструйной диагностики качества функциональных покрытий. Упрочняющие технологии и покрытия, 2019, № 2, с. 51–57.

3. Галиновский А.Л., Чжо Мьо Хтет, Проваторов А.С. К вопросу эффективности различных методов диспергирования наносодержащих суспензий. Все материалы. Энциклопедический справочник, 2019, № 11, с. 2–7.

Нанесение декоративных покрытий вакуумным напылением

Изотов А.Н., Гуркина Е.Д., Коняхин А.Е.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лозован А.А.
МАИ, Москва
leha.izotov@mail.ru

Декоративные покрытия применяли с глубокой древности (VII—VI тысячелетия до н.э.). Покрытия наносили на изделия из тонко измельченных природных неорганических материалов с применением связующих веществ. В Древнем Египте, Древнем Китае и на американском континенте широко применяли декоративные покрытия из меди, серебра и золота. Производство покрытий было сосредоточено на изделиях бытового назначения и особенно украшениях.

Наряду с улучшением товарного вида изделий декоративные покрытия должны обеспечивать довольно высокие коррозионно-защитные функции. Это особенно относится к декоративным покрытиям изделий, взаимодействующих с агрессивными внешними средами, например, влажной атмосферой, морским климатом, химически активными жидкостями, повышенными температурами эксплуатации и др. Неблагоприятные условия эксплуатации предъявляют высокие требования к качеству декоративных покрытий. Наличие несплошностей (пористости) в таких покрытиях должно быть сведено к минимуму. Если это невозможно, необходимо проводить дополнительные технологические операции по закрытию сообщающихся несплошностей, свойственных многим неорганическим покрытиям и пленкам.

Наибольший объем производства декоративных покрытий приходится на электрохимическое (гальваническое) и химическое осаждение металлов и некоторых их сплавов. Альтернативой этим процессам служит вакуумное напыление, позволяющее в значительной мере устранить ограничения, характерные для электрохимического и химического процессов. Газофазное осаждение расширяет возможности нанесения декоративных покрытий из многих неорганических материалов. Газотермическое напыление и наплавка концентрированными источниками теплоты при производстве декоративных покрытий применяются редко. Оплавлением порошковых композиций наносят декоративные покрытия из оксидных систем при создании цветных поверхностей из художественных эмалей.

Современное производство декоративно-защитных поверхностей осуществляется по трем схемам — нанесением покрытий, синтезированием пленок и комбинированным способом.

При выборе метода нанесения покрытия в первую очередь следует руководствоваться получением стабильных качественных показателей, удовлетворяющих условиям эксплуатации изделий. На выбор метода нанесения большое влияние оказывают физико-химические свойства материала покрытия, особенно сложных сплавов и неметаллических соединений. Оборудование для нанесения покрытий должно соответствовать выбранному методу, массовости производства изделий и др. Внутри — камерная оснастка обычно производится из коррозионностойких материалов с высокой чистотой поверхности и минимальным газоотделением при вакуумировании.

Pvd-метод позволил значительно расширить возможности промышленного декорирования изделий. В дополнение к традиционным металлическим покрытиям, которые также возможны этим способом, также возможна металлизация поверхности, которая имитирует цветные металлы. Технология вакуумного напыления позволяет получать «золотые» изделия без использования золота. Цвета и оттенки металлических брызг впечатляют разнообразием. Но самыми популярными являются PDV-покрытия «под хром» и «под золото».

Новый образец для испытания металлов на сжатие при однородной деформации

Исянгильдина А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Федоров А.А.
МАИ, Москва
aliyaisyangildina@mail.ru

Образец, представленный ГОСТом 25.503-97, не обеспечивает однородную деформацию. Предложен новый образец с центральным отверстием и цилиндрическими выточками по торцам. В работе исследована особенность конструкции образца и определены его рабочие размеры.

Указанную задачу решали путем проведения численного эксперимента с применением конечно-элементного анализа для определения оптимальных размеров образца новой конструкции из титанового сплава ВТ5. В качестве технологического оборудования использован гидравлический пресс усилием 1,6 МН. Расчеты проводили с учетом степени деформации образца до 63-68 % и различным составом смазки.

Исследован процесс осадки образцов с диаметрами отверстий:

а) меньше 1 мм; б) от 1 до 2 мм; в) больше 2 мм.

Математическая модель процесса осадки цилиндрического образца с торцевыми выточками и отверстием заполненным смазкой учитывает реологию материала и контактные условия.

Численный эксперимент позволил оценить влияние деформации на осадку образцов на гидравлическом прессе, с учетом сопротивления деформации материала и условий трения. Полученные сведения представлены в виде CAD модели испытуемого образца.

По результатам численного моделирования предложена конструкция цилиндрического образца. Диаметр 12 мм, высота 13 мм, диаметр отверстия 1-2 мм, ширина и глубина выточек 1 мм.

Результаты испытаний образца новой конструкции на пластометре высокого давления (Патент RU 2655043) подтвердили полученные при численном эксперименте данные, что позволило разработать и запатентовать новый образец (Патент RU 2627957).

Исследование изменения структуры и свойств арматурного проката в условиях непрерывной прокатки

Коренков Д.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гончаров С.С.
ТулГУ, Тула
kjjllk@gmail.com

Повышение качества продукции является одной из основных задач металлургического производства, последовательное решение которых способно обеспечить продукции необходимую конкурентоспособность. В отношении прокатного производства решение указанных задач заключается в разработке и освоении новых технологий термоупрочнения проката, что в свою очередь позволит управлять процессом формирования физико-механических и технологических свойств продукции.

Целью работы явилось исследование изменения структуры и свойств по сечению арматурного проката, термоупрочненного в условиях непрерывной прокатки.

В качестве исследуемых материалов применяли образцы из стали марки Ст3сп различного профиля (диаметром 12, 14, 16 мм), прокатанные по различным режимам прокатки и термоупрочнения. Режимы проката подбирались таким образом, чтобы добиться оптимальных физико-механических свойств согласно классу А500 и микроструктуры согласно ГОСТ 34028-2016.

Варьируемыми параметрами являлись: температура арматурного проката при входе на участок термоупрочнения, скорость прокатки, давление воды по секциям на участке термоупрочнения.

В результате исследования было выявлено, что даже при незначительном изменении режимов термоупрочнения возможно получить ряд проб термически упрочненной арматуры со значениями предела прочности и предела текучести различающихся от 30 до 100 единиц МПа. Соответственно этому также изменялось и структурное состояние образцов.

Во всех исследуемых образцах наблюдаются три кольца (слоя). Каждый из выделенных слоев характеризуется определенным набором структур.

Анализируя полученные результаты, можно сказать, что в поверхностном слое в процессе охлаждения прошло сдвиговое полиморфное $\gamma \rightarrow \alpha$–превращение с образованием мартенситной структуры, которая впоследствии подверглась самоотпуску за счет внутреннего тепла арматуры. Последующий слой арматуры представлен, в основном, кристаллами избыточного феррита с выделениями карбида по границам зерен, и бейнита. При этом по мере приближения к центру арматуры относительное содержание зерен феррита увеличивается. Центральная область прутка состоит из феррито-сорбитной структуры, ввиду очень тонкого строения эвтектоидных колоний (перлит, сорбит). В зависимости от режима прокатки структурно-фазовый состав остаётся прежним, меняются лишь размеры образующихся колец.

Из анализа микротвердости образцов прокатанных по разным режимам, следует, что прочность материала монотонно снижается по мере удаления от поверхности арматуры к центру. Подобный характер распределения микротвердости обусловлен изменением структурно-фазовым состоянием арматурной стали.

Таким образом, можно утверждать, что даже малейшее изменение параметров прокатки арматурного проката может кардинально менять физико-механические свойства проката, но полученный структурно фазовый состав остаётся прежним вне зависимости от режима.

Проведенные исследования позволят усовершенствовать технологию термоупрочнения с целью получения арматурного проката с заданным распределением микроструктуры и физико-механических свойств по его сечению.

Технология высокоскоростного выдавливания лопатки ГТД из сплава ВТ6

Мельникова Д.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Палтиевич А.Р.
МАИ, Москва
beastruby@gmail.com

Одной из самых ответственных и дорогостоящих частей ГТД являются лопатки компрессора. Лопатки работают в потоке воздуха, параметры которого значительно изменяются по длине пера. Сами лопатки подвергаются воздействию центробежной силы, изгибающему моменту и вибрациям, которые могут привести к возникновению резонансных колебаний. Высокая температура рабочей среды, оказывает дополнительное воздействие на лопатки как химически, так и механически.

Необходимость обеспечения максимальной эффективности и коэффициента полезного действия турбины определяет соответствующий газодинамический профиль, размеры и качество поверхности пера лопатки. При этом необходимо обеспечивать так же требуемый уровень свойств материала, в частности, обладать определенными механическими свойствами и требуемой металлической структурой. Даже небольшие отклонения в производственном процессе приводят к возникновению в лопатках дополнительных внутренних напряжений, что может привести к серьезной поломке или полному разрушению турбины.

Задачи, ставящиеся при изготовлении лопаток ГТД:

1. Разработка рационального технологического процесса, обеспечивающего формирование изделия с заранее заданным комплексом механических и эксплуатационных свойств.

2. Достижение максимально возможного коэффициента использования дорогостоящих титановых материалов.

Таким образом, технология изготовления должна основываться на применении специальных стандартов, для обеспечения требуемой точности, при назначении припусков, допусков и напусков в процессах штамповки — ОСТ 1.02571-86, ГОСТ 7505-89.

Для создания поковки лопатки ГТД предлагается метод высокоскоростной штамповки. Формообразование проходит в закрытом штампе с разъемной матрицей. Преимуществом данного метода является то, что при высоких скоростях деформации значительно понижается сопротивление деформированию при одновременном возрастании пластичности, что способствует лучшему заполнению полости штампа.

Процесс изготовления изделия последовательно представляет собой операцию распрессовки исходной заготовки типа пруток круглого сечения в верхней части штампа, и последующей операцией прямого выдавливания пера. Применение высокоскоростного оборудования позволяет назначать минимальные допуски на перо лопатки, при нулевых припусках на механическую обработку. Таким образом, после высокоскоростной штамповки механически обрабатывается только замковая часть, а трудоемкая операция фрезерования профиля пера отсутствует.

Применение предложенного способа изготовления детали типа «лопатка» позволяет увеличить коэффициент использование материала. Высокие скорости деформирования сопровождаются дислокационным механизмом пластической деформации, приводят к разрушению исходной зёренной структуры и образованию на её месте мелкозернистой, обеспечивающей высокие механические и эксплуатационные свойства поковок лапоток ГТД.

Особенности математического моделирования процесса высокоскоростной штамповки детали типа «рабочее колесо с радиальными лопатками» из материала В95

Парамонов Н.А., Салахутдинова Ф.Б.
Научный руководитель — к.т.н. Соколов А.В.
МАИ, Москва
UnitDeleted@yandex.ru

Моделированием, называется представление объекта в некоторой форме, применение моделирование позволяет понять как устроен реальный объект, его свойства, структуру и определять оптимальные способы получения того или иного изделия. Математическая модель выражает геометрию, свойства и структуру объекта языком уравнений и других математических средств. Для математического моделирования процесса штамповки изделий сложной конфигурации необходимо учитывать:

- Нестационарность поля скоростей течения металла на протяжении всего процесса;
- Неравномерность температурных полей.

Математическая модель процессов штамповки включает:

- Построение комфортного отображения областей течения;
- Нахождение полей скоростей, скоростей деформации и напряжений;
- Определение температурных полей;
- Расчет накопленой степени деформации и оценки степени использования ресурса пластичности материала

Численный метод заключается в описании модели через дифференциальные уравнения, которые позволяют определить взаимосвязь различного рода поведения системы, а также физических взаимодействий.

Существуют различные методы решения дифференциальных уравнений:

- Метод конечных объёмов (МКО);
- Метод конечных элементов (МКЭ);
- Метод конечных разностей (МКР);
- Метод граничного элемента (МГЭ).

Каждый из вышеперечисленных методов подходит для соответствующих задач. Наиболее распространенным методом моделирования процессов обработки металлов давлением является МКЭ. Такой метод позволяет наиболее точно прогнозировать процесс штамповки, фиксировать изменение деформации, температур и перемещений.

В связи с высокой скоростью деформирования исходной заготовки (8-20 м/с) происходит как активный деформационный разогрев, так и разогрев трением, что неизбежно приводит к неравномерности температурного поля в следствии неравномерной скорости истечения металла. Данная особенность требует широкого температурного интервала, в процессе моделирования стоит учитывать намеренный недогрев заготовки на 50-70 градусов.

При моделировании процесса необходимо обратить внимание на корректность моделирования в условиях неполной реологии свойств, то есть отсутствия значений сопротивления деформации при высоких скоростях деформирования.

В процессе моделирования неизбежно встает вопрос о точности построения сетки конечных элементов, больше количество конечных элементов позволяет получить более реальный результат, но многократно усложняет процесс моделирования. Несмотря на сложную геометрию получаемого изделия, “рабочее колесо с радиальными лопатками” является осесимметричной деталью, что в свою очередь позволяет “разбить” деталь на симметричные части при моделировании процесса деформирования, это многократно ускоряет процесс моделирования.

Влияние высокоскоростной закалки расплава на структуру и свойства тугоплавких безвольфрамовых сплавов

Патрушев А.Ю., Ярошенко А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Серов М.М.
МАИ, Москва
lokotrains@yandex.ru

Одним из ключевых направлений развития в металлургии является разработка твердых сплавов и создание изделий из них. С целью замещения дефицитного стратегически важного вольфрама в твердосплавных деталях и узлах ряде стран, в т.ч. и в России ведутся работы по созданию и усовершенствованию уже существующих безвольфрамовых тугоплавких сплавов, отвечающих современным требованиям в ряде областей машиностроения. Используемые материалы должны сочетать в себе ряд таких свойств, как прочность, пластичность, жаростойкость и др., что накладывает определенные ограничения на используемые в композициях материалы.

В последнее время все большее внимание уделяется сплавам, состоящих в основном из упрочняющей фазы в виде карбидов, боридов и нитридов и связующей фазы ¬ никель и никель-молибден, кобальт. Однако при создании изделий из таких материалов сталкиваются с рядом проблем, ограничивающих область применения ¬ деформация с нарушением сплошности изделия под действием высоких нагрузок и температуры.

Добиться решения данной проблемы можно путем применения мелкоизмельченных или микроструктурных исходных материалов и сплавов. Первый аспект накладывает на себя ряд затруднений, связанных с невозможностью или технологическими трудностями при создании с необходимыми размерами частиц в изделии. Получение сплавов с микроструктурной составляющей выглядит более перспективным методом. Высокоскоростная закалка расплава (ВЗР), как способ получения микрокристаллических материалов, является направлением, вызывающий особой интерес в данной области металлургии. Одним из видов ВЗР является метод экстракции висящей капли расплава, благодаря которому возможно добиться значительного снижения размеров зерна от 0,6 до 2,5 мкм и равномерного распределения твердой фазы, вследствие чего возрастает микротвердость изделия; значительного повышения содержания металлической связующей, что позволяет повысить характеристики пластичности и ударной вязкости.

Таким образом, получение микрокристаллических материалов методами ВЗР является перспективным направлением для изучения создания безвольфрамовых твердых сплавов, подвергнутых высоким пластическим и механическим нагрузкам при повышенных температурах.

Влияние редкоземельных металлов на структуру и механические свойства сплава АК12

Фозилов Т.Т.
Научный руководитель — к.т.н. Петров И.А.
МАИ, Москва
fozbourne@mail.ru

Алюминиевые сплавы широко применяются в авиационной и автомобильной промышленности. При получении изделий из алюминиевых сплавов главенствующее значение имеет модифицирование эвтектики и зерен α- твердого раствора, так как основные эксплуатационные и технологические свойства напрямую зависят от структуры сплава [1].

В данной работе было проведено исследовании влияния различных редкоземельных металлов (скандий, иттрий, церий, лантан, иттербий, самарий) на структуру и свойства сплава АК12. Все исследуемые элементы вводились в расплав с помощью лигатур. Процесс модифицирования силуминов редкоземельными металлами может протекать за счёт создания дополнительных центров кристаллизации для α-твердого раствора, кристаллов первичного кремния и измельчения кремния в эвтектике (α+Si).

Добавка 0,2% скандий не оказывает явного модифицирующего воздействия на структуру и механические свойства исследуемого сплава. Прочность и пластичность в этом случае остаётся, на уровне не модифицированного сплава и составляют среднем 147 МПа и 2,3%. Малые добавки иттрия, церия или лантана оказывают положительное воздействие на структуру и свойства исследуемого сплава. Добавка 0,3 % иттрия значительно повышает предел прочности – до 170 МПа в среднем, а также, стоит отметить, что пластичность возрастает до 7,1% относительно немодифицированного сплава, с увеличением количества иттрия до 0,5% предел прочности и пластичность значительно не изменяется, а остаются на уровне сплава, обработанного добавкой 0,3% иттрия. В тоже время лантан в меньшей степени влияет на структуру и механические свойства сплава АК12 по сравнению с иттрием. При введении 0,5% лантана, предел прочности возрастает до 165 МПа, а пластичность до 4,3%. Церий менее эффективно проявляет себя как модификатор структуры в эвтектическом сплаве АК12 по сравнению с иттрием и лантаном. Добавка 0,5% церия повышает предел прочности до 154 МПа и пластичность до 3,7% исследуемого сплава. Введение 0,6% иттербия благоприятно воздействует на структуру сплава АК12, измельчая кремний в эвтектике(α+Si), при этом пластичность достигает 6,7%, а предел прочности увеличивается до 174 МПа. В то же время добавка 0,6% самария в меньшей степени модифицирует кремний в эвтектике (α+Si), но изменяет морфологию дендритов α–твердого раствора в исследуемом сплаве. Следовательно, увеличивается прочность, в среднем до 200 МПа, при незначительном росте пластичности до 3,2%.

В работе установлено, что рассмотренные РЗМ в разной степени изменяют различные структурные составляющие сплава АК12, в том числе и Fe–содержащую фазу.

Список литературы:

1. Шляпцева А.Д., Петров И.А., Ряховский А.П., Моисеев В.С. Исследование алюмотермического восстановления диоксида титана в алюминиевом расплаве // Литейщик России. 2019; №11 с. 8-12.

Градиентный нагрев биметаллической заготовки для горячего гидропрессования

Чесночков В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Беспалов А.В.
МАИ, Москва
darknessxemen389@gmail.com

Считается что совместная пластическая деформация металлов с разностью сопротивлений деформаций в очаге деформаций более чем в 3,5 раза невозможна. Однако, ряд биметаллических изделий состоит из компонент с ещё большим различием сопротивления деформаций. В работе была поставлена задача сблизить сопротивление деформации компонент биметаллической заготовки и стабилизировать процесс совместного пластического течения.

Для заготовок с твердым внутренним и мягким внешним слоем использовали способ электроконтактного нагрева композиционной заготовки. Устанавливали в фиксаторах, подводили торцевые контакты к твердому внутреннему слою. Подачей напряжения на контакты нагревали композиционную заготовку.

Внутреннюю поверхность фиксаторов изолировали сменными керамическими кольцами, которые обеспечивают первичный нагрев только внутреннего слоя при прохождении по нему электрического тока. Внешний слой нагревается в результате теплоотдачи излучением с поверхности внутреннего слоя.

Режим нагрева данным способом – ступенчатый. Первоначально при максимально допустимом значении тока до 10000 А, металл внутреннего слоя нагревается до температуры его горячей деформации, а затем происходит нагрев металла внешнего слоя теплоотдачей от внутреннего слоя, температура которого поддерживается постоянной. В результате появляется возможность обеспечить требуемый градиент для заготовки ВТ6с÷1201.

Данный способ позволяет осуществить нагрев композиционных заготовок с автоматическим регулированием температуры. Определение параметров нагрева и характера распределения температуры по сечению заготовки осуществляли регистрацией температуры в контрольных точках, на внешнем слое температура составляла 413 К, между слоями – 403 К, а на внутренним слое – 773 К, с помощью термопар, время нагрева внутреннего слоя составила 10 с. Для внешнего и между слоями используют вольфрамно-рениевые термопары ВР5/20, а для внутреннего слоя – хромель-алюмелевые, выполненные из термопарного кабеля.

В итоге проведенное исследование градиентного нагрева заготовки позволило сблизить сопротивление деформации биметаллических материалов и стабилизировать процесс пластической деформации.

Разработка ультраструйной технология гомогенизации наносодержащих суспензий и диспергирования наноматериалов

Чжо Мьо Хтет
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Галиновский А.Л.
МГТУ им Баумана, Москва
htet2066@gmail.com

Анализ показывает, что основным физико-технологическим результатом процессов ударно-динамического взаимодействия ультраструи (УС) жидкости с твердотельной мишенью является совокупность процессов диспергирования [лат. dispergere рассеивать, рассыпать]. Эти процессы представляют собой естественную реакцию энергетически экстремального взаимодействия сверхвысокоскоростной струи жидкости с твердым телом и происходят как в самой суспензируемой жидкости, так и в поверхностном слое материала мишени [1].

В данной работе рассматривается два эксперимента. Первый эксперимент с использованием твердой мишени из монокристалла алмаза, который был проведен ранее в работах авторского коллектива [1]. Второй эксперимент проводится в условиях отсутствия мишени, т.е. ультраструя взаимодействовала с поверхностью оснастки для сбора суспензии в начальный момент времени, а далее с обработанной суспензией, находящейся в емкости (оснастке). Целью проведения второго эксперименты была оценка возможности диспергирования суспензий непосредственно в тракте гидроустановки.

Суспензии на основе дистиллированной воды с бемитом, (производства Научно-исследовательского института импульсных процессов с опытным производством «ОХП НИИ ИП с ОП», г. Минск, РБ), с графеном (ООО "НаноТехЦентр" город Тамбов) и с углеродными нанотрубками («Аркема» (Франция)) были обработаны с помощью ультратруйной обрабоки. Для приготовления смеси [2] для суспензии исходных состоянии, в работе использовали 3 г нанопорошков, смешанных с 1 л дистиллированной воды в стеклянном стакане.

На следующем этапе исследований были изучены возможности метода ультраструйной обработки суспензий. Исследования базировались на методической базе, которая сформирована в рамках научной школы «Ультраструйной обработки и диагностики материалов и жидкостей» (НШ-3778.2018.8) на кафедре СМ-12 МГТУ им. Н.Э. Баумана. Необходимо заметить, что в работе Пузакова В.С. было показано, что эффекты активации жидкостей после ультраструйной обработки так же могут быть связаны с наличием в зоне взаимодействия ультраструи и преграды ультразвуковых колебаний и сопутствующих кавитационных процессов [2].

Сравнительный анализ полученных распределений размеров частиц, исследуемых образцов суспензий с их исходными распределениями показал, что метод ультраструйной обработки может использоваться на практике и является достаточно эффективным. Проведенные сравнительные эксперименты по применению метода ультраструйного суспензирования с методом ультразвукового диспергирования показали, что предлагаемый метод позволяет уменьшить размеры частиц от 2 до 10 раз в зависимости от рассматриваемого наноматериала [1, 2, 3].

Кроме того, было установлено, что диспергирование осуществляется не только при ударе о твердую мишень, но и в процессе прохождения тракта гидроустановки, т.е. камеру смешивания и фокусирующую трубку. Причем результаты этого процесса близки к тем, которые удавалось получать при применении ультразвуковой обработки. Можно предположить, что обеспечение циркуляции суспензии по предложенной мною схеме, позволит улучшить контролируемый показатель – размер частиц. Наличие положительного эффекта при реализации этой схемы требует дополнительного изучения и её модернизации с целью повышения эффективности и качества суспензирования.

Исследования выполнялись в рамках грантов РФФИ 18-29-18081, гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации НШ-3778.2018.8 и грантов от фонда содействия инновациям по программе УМНИК-18 (в) в соответствии с договором №14727ГУ/2019.

Список литературы:

1. Чжо Мьо Хтет, Галиновский А.Л. и Проваторов А.С. К вопросу эффективности различных методов диспергирования наносодержащих суспензий. Все материалы: Энциклопедический справочник, 2019, № 11, С. 2 – 7.

2. Kyaw Myo Htet, Galinovsky A.L. and Provatorov A.S. Prospects for the Development of Ultra-Jet Dispersion Technology for Nanocontaining Suspensions. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 709 044092, 2020, volume 709, issue 3.

3. Kyaw Myo Htet, Provators A S 2019 Development of an ultra-jet technology for producing suspensions with carbon nanotubes (In the book: Gagarin Readings – 2019 Abstracts Collection of the XLV International Youth Scientific Conference. Moscow Aviation Institute (National Research University)) p 830-831

Получение быстрозакаленных материалов из сплава системы Co–Cr–C–W

Ярошенко А.С., Патрушев А.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Серов М.М.
МАИ, Москва
aleksandr_yaroshenko@list.ru

В последнее время, повышение эксплуатационных характеристик сплавов и сталей, используемых в промышленности, является одним из приоритетных направлений развития металлургии и материаловедения. Разрабатываются новые технологии, позволяющие повышать эксплуатационные характеристики сплавов и сталей, при этом, существенно не повышая их стоимости и трудоемкости производства. Одним из методов повышения эксплуатационных характеристик сплавов и сталей является метод высокоскоростной закалки расплава, и его разновидность экстракция висящей капли расплава (ЭВКР) реализованный на базе ФГБОУ ВО «МАИ (НИУ)».

При помощи метода ЭВКР были получены быстрозакаленные материалы из сплава системы Co–Cr–C–W — типа стеллит известного под названием В3К. Указанный сплав обладает дисперсно-упрочненной структурой с размером зерна сопоставимым с размером получаемой при помощи ЭВКР продукции, что придает особые механические характеристики данному классу материалов.

Стеллит обладает повышенной ударопрочностью, жаростойкостью порядка 800°С, высокой коррозионной стойкостью, пригоден к литью наплавке и напылению. Коэффициент теплового расширения стеллита близок к коэффициенту теплового расширения легированных инструментальных сталей, не требует термообработки, не чувствителен к отпуску. Из-за высокой стоимости сплава, сложности обработки и выплавки в сравнении с легированной сталью, повышенными требованиями к чистоте исходного материала применение стеллита ограниченно. Быстрозакаленные материалы на основе системы Co–Cr–C–W в нашей стране и за рубежом исследовались в качестве щеточных уплотнений проточной части газотурбинного двигателя, данные уплотнения из быстрозакаленных материалов на основе стеллита В3К сохраняют упругие и прочностные свойства при температуре до 500°С, при скорости вращения в зоне контакта до 300 м/с, обладают повышенным сопротивлением к окислению при указанной температуре. Испытание щеточных уплотнений в составе газотурбинного двигателя позволило уменьшить величину утечек рабочего тела в 2 раза и сохранить их стабильными в течение всего ресурса работы.

Полученные быстрозакаленные материалы в виде дискретных частиц исследовались на оптическом микроскопе для выявления структурных изменений, происходящих в процессе высокоскоростной закалки. Исходный сплав В3К представлял собой вязкую металлическую матрицу (кобальт, хром, вольфрам) с включёнными в неё твердыми карбидами хрома и вольфрама.

После проведения процесса получения быстрозакаленных дискретных частиц четкое разделение на карбидную и матричную фазы отсутствует, это объясняется увеличением растворимости легирующих элементов под действием высоких скоростей охлаждения, то есть происходит растворение твердых карбидов хрома и вольфрама что приводит к изменению механических характеристик полученных дискретных частиц относительного литого сплава. Дальнейшие направления исследований планируется проводить в области оценки влияния высокоскоростной закалки на структуру и механические характеристики сплавов на основе кобальтовых систем.

Секция №8.4 Полимерные и углеродные композиционные материалы, технологии производства изделий из неметаллических материалов

Разработка методики отверждения полимерного композиционного материала микроволновым излучением с учетом физико-химических превращений

Польский П.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Просунцов П.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
pvpolskiy@gmail.com

В настоящей работе проведен анализ технологических процессов термообработки и отверждения ПКМ под действием СВЧ-излучения. Проведено моделирование электромагнитных и тепловых процессов, при отверждении заготовки из полимерного композитного материала в поле СВЧ-излучения, с учетом вращения заготовки в СВЧ-печи, посредством программного комплекса Comsol Multiphysics. Показано, что уменьшение угловой скорости ведет к уменьшению температурного градиента в заготовке. Показано, что экзотермический эффект отверждения эпоксидного связующего играет существенную роль в общем тепловом балансе.

В настоящее время, растет потребность в материалах, способных совмещать в себе малую плотность и высокие механические и тепловые характеристики, такими материалами являются композиционные материалы (КМ). Однако они не получили широкого распространения, в том числе из-за высокой стоимость технологических этапов производства изделий из КМ. Одним из таких этапов является термообработка, протекающая в тепловых печах. В связи с этим, актуален вопрос поиска более дешевого и качественного способа проведения термообработки изделий из композиционного материала.

Использование энергии электромагнитного излучения сверхвысокой частоты (СВЧ) может позволить проводить этап теплобработки полимерного КМ с существенно меньшими затратами времени. Исследования данного способа отверждения проводятся во многих университетах мира, можно выделить труды исследователей МГТУ им. Н.Э. Баумана: П.В. Просунцова, С.В. Резника, К.В. Михайловского, Е.С. Беленкова [1], Т. А. Гузевой [2], работы профессора Имперского колледжа Лондона Museok Kwak [3].

В данной работе представлены физическая и математическая модели теплообмена в заготовке из полимерного композиционного материала (ПКМ) под действием СВЧ-излучения, учитывающие поглощение электромагнитных волн материалом, теплообмен заготовки с окружающей средой и экзотермические процессы при отверждении эпоксидного связующего.

Математической моделью переноса тепла в заготовке является нелинейное, нестационарное уравнение теплопроводности с компонентом отвечающий за энергию, поглощенную СВЧ-излучением. Граничные условия рассеяния энергии, применяются ко всем граням заготовки.

При распространении электромагнитной волны внутри камеры СВЧ-печи наблюдается образование стоячих волн. Вследствие этого процесс нагрева изделия происходит неравномерно. Для решения задачи было проведено моделирование электромагнитных и тепловых процессов, при отверждении заготовки в поле СВЧ-излучения, с учетом её вращения в СВЧ-печи, показано, что уменьшение угловой скорости ведет к уменьшению температурного градиента в заготовке.

Матрица рассматриваемой заготовки является эпоксидное связующее, процесс отверждения которой имеет экзотермический характер, учесть это при моделировании можно, используя закон Аррениуса, устанавливающего зависимость выделения тепла в единице объема от температуры.

Для отработки методики полного цикла отверждения с учетом экзотермических свойств связующего была построена модель с геометрическими параметрами в 4 раза меньшими оригинала, и с толщиной стенки 12,5 мм.

Построенные физическая и математическая модели теплообмена в заготовке из ПКМ под действием СВЧ-излучения, учитывающие экзотермические процессы при отверждении эпоксидного связующего, показали существенная роль этого процесса в общем тепловом балансе.

Список литературы:

1. Моделирование прогрева связующего полимерных композиционных материалов с использованием СВЧ-излучения / П.В Просунцов., С.В. Резник, К.В. Михайловский и др. / Известия высших учебных заведений. Машиностроение, 2018. № 12. С. 83-92.

2. Гузева Т.А. Совершенствование технологических режимов отверждения заготовок деталей из органопластиков под действием СВЧ-излучения. Дисс. канд. техн. наук. Москва, 2013. 163 с.

3. Kwak M. Microwave Curing of Carbon-Epoxy Composites: Process Development and Material Evaluation. Imperial College London, 2016. 175 p.

Оценка боевой повреждаемости слоистых полимерных композитов при высокоскоростном воздействии поражающих элементов

Алексеев И.П., Салимов П.С., Ковальчук Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сажин А.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж
osaosa.1992@mail.ru

Общие тенденции внедрения в конструкцию современных боевых летательных аппаратов (ЛА) новых материалов, связанные с необходимостью повышения их эксплуатационных характеристик при снижении материалоемкости новой техники приводят к повышению требований по надежности в условиях воздействия всевозможных внешних факторов. При внедрении композиционных материалов особое значение приобретают вопросы анализа оценки боевой повреждаемости. Актуальным становится проведение имитационного моделирования различных физических процессов, при котором достоверность результатов остается на высоком уровне в сравнении с натурными экспериментами, а затраты значительно сокращаются.

На базе программно-моделирующего комплекса Ansys, оперируя данными по физико-механическим характеристикам и структуре слоистого пакета, отработана последовательность проектирования и создана модель панели из анизотропного слоистого полимерного композита. По результатам конечно-элементного анализа, постановки граничных условий (шарнирного опирания по торцевым граням) и типового прочностного расчета модели на сжатие в сопоставлении с данными экспериментов специалистов ЦАГИ подтверждена адекватная её работоспособность. Достигнуто создание конструкции, в микросреде которой слои критичны к внешнему воздействию.

Экспортировав испытанную модель в AnsysAutodyn, проведено моделирование высокоскоростного воздействия – баллистического удара поражающим элементом – стальным кубом, размерами 5х5 мм. Такая форма поражающего элемента (ПЭ) является наиболее характерной в составе боевой части управляемых ракет. Учтен факт вариативности кинематического воздействия. Переменными параметрами являются угол и скорость подхода ПЭ. Ряд предварительных экспериментов показал наличие сложной формы подповерхностной площади повреждения. В среднем, она составляет около 60% от общей поврежденной площади. Существенное влияние по итогам проделанной работы оказывает направление подхода поражающего элемента относительно плоскости армирования. Проведены многочисленные эксперименты с постановкой ПЭ под углами $\alpha = var[15°,90°,15°]$. По причине анизотропии свойств конструкции выявлено увеличение зоны повреждения на 30% при пробитии поперек направления укладки волокон. Исследован вопрос взаимосвязи параметров

боевого повреждения от скорости подхода поражающего элемента. В расчетных обстрелах принята скорость ПЭ Vпэ = var[1300,2300,100] м/с. Подсчет результатов выявил уменьшение площади повреждения с увеличением скорости ПЭ. Комплексная оценка влияния характеристик боевого повреждения от кинематических характеристик встречи определяет высокую боевую повреждаемость при малых скоростях и углах подхода ПЭ относительно композиционной конструкции.

Таким образом, результаты предложенной расчетной методики оценки боевой повреждаемости конструкций полимерных композиционных материалов (ПКМ) позволяют:

• Сформировать комплекс зависимостей параметров боевых повреждений конструкций из ПКМ от кинематических характеристик ПЭ и упруго-прочностных свойств ПКМ;

• Уточнить показатели боевой живучести ЛА с конструкциями из ПКМ;

• Сформулировать комплекс мероприятий по обоснованию конструктивного облика элементов планера на стадии проектирования и рекомендаций по ремонту на стадии серийной эксплуатации.

Разработка состава эпоксицианэфирного связующего для теплостойких КМ

Алчин Р.М., Никитин В.С.
Научный руководитель — профессор, д.х.н. Амирова Л.М.
КФУ, Казань
naryslan@yandex.ru

Цианэфирные связующие обладают комплексом ценных свойств, такие как теплостойкость и модуль упругости, однако имеют ряд недостатков, недостаточно высокая прочность, хрупкость, высокие температуры отверждения. Одним из интересных направлений получения связующих на основе циановых эфиров с высокими эксплуатационными характеристиками являются композиции на основе эпоксидных олигомеров и циановых эфиров

В работе были исследованы неотвержденые и отвержденые системы, полученные из смесей цианового эфира на основе фенольной новолачной смолы (торговая марка Primaset PT-30 фирмы Lonza), эпоксиновolачных (D.E.R. 354, D.E.N. 431, D.E.N. 438, D.E.N. 439), эпоксидианових (ЭД-22, ЭД-20, ЭД-16, ЭД-10, ЭД-8) олигомеров и ряда синтезированных фосфорсодержащих эпоксидных мономеров: диглицидилметилфосфат (глицифат), диглицидилметилфосфонат (глицифон), триглицидилфосфат.

Исследование отверждения смесевых композиций проводили методами ИК-спектроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии и диэлектрического анализа в режимах изотермического и динамического нагрева. Показано влияние химической структуры эпоксидных соединений на процесс отверждения. Реологические характеристики определяли в режиме осцилляции. Температуру стеклования и густоту сетки отвержденных смесевых составов определяли методом динамического механического анализа. Проанализированы параметры сетчатой структуры полученных полимеров. Определена ударная прочность полученных полимеров и углепластиков на их основе, показана возможность значительного повышения ударной прочности полимеров на основе цианового эфира при введении эпоксидных олигомеров. Определены наиболее ударопрочные составы.

На основе проведенных реологических исследований разработаны составы связующих для рада технологических процессов. Низковязкие составы, полученные на основе глицидиловых эфиров кислот фосфора и цианового эфира, рассмотрены в качестве связующих для RTM – процесса. Оптимизированы процесс отверждения связующих, режимы пропитки и формования углепластиков. Проведены физико-механические и теплофизические испытания углепластиков с оптимальными составами и режимами отверждения. Показана возможность получения материалов с высокими свойствами: прочностью, жесткостью, температурой эксплуатации.

Оптимизация конструкции корпуса РДТТ из КМ

Бандзеладзе О.С.
ПАО «НПО "Искра"», Пермь
saiceb132@yandex.ru

В конструкции корпусов РДТТ из композиционных материалов основными силовыми элементами являются композитная оболочка и закладные элементы (металлические фланцы). К особенностям данной конструкции при её работе относится повышенный уровень напряженно-деформированного состояния композитной оболочки в зонах полюсных отверстий от неравномерного контактного давления со стороны хвостовика фланца, что снижает несущую способность корпуса. Неравномерность контактного давления возникает из-за деформации фланцев и сползания композита в процессе работы конструкции, а также особенностей структуры оболочки в зоне полюсных отверстий. Разрушение корпусов в значительном количестве случаев происходит в зонах полюсных отверстий. Поэтому важно получить структуру композитной оболочки, обеспечивающую оптимальную реализацию прочности в этих зонах.

Для оптимизации структуры композитной оболочки и увеличения прочности в зонах полюсных отверстий предложен метод намотки лентами разной ширины, а также изменения радиуса разворота армирующей ленты. Данный метод намотки позволяет получить структуру композита, при которой происходит более равномерное распределение нагрузки на каждый жгут при работе конструкции, что увеличивает реализацию прочности композита оболочки в зоне полюсных отверстий без увеличения массы и толщины конструкции оболочки.

Был проведен расчет по определению величины контактного давления, действующего со стороны фланца на композит и послойного распределения нагрузки между слоями. После чего определялась нагрузка, действующая на жгуты и коэффициент реализации прочности композита в зависимости от структуры оболочки.

Сравнительный анализ результатов расчета прочности исходных и оптимизированных (с учетом предложенного метода) конструкций оболочек, показывает, что предложенный метод намотки увеличивает прочность конструкции оболочки в зоне полюсных отверстий, что говорит об эффективности применения намотки лентами разной ширины и изменения радиуса разворота армирующей ленты.

Полимерные композиционные материалы для различных областей промышленности

Баторова Ю.А.
Научный руководитель — к.х.н. Гребенева Т.А.
АО «Препрег-СКМ», Москва
y.batorova@umatex.com

В настоящее время в различных отраслях промышленности наблюдается устойчивая тенденция к замещению не только традиционных материалов (металл, бетон, керамика и т.д.), но и полимерных композиционных материалов (ПКМ) зарубежного производства на материалы отечественного производства.

В области авиационной промышленности перед разработчиками ПКМ-материалов стоит комплекс приоритетных задач, среди которых разработка расплавных связующих, характеризующихся энергоэффективными режимами переработки с короткими циклами формования изделия при невысоких температурах, а также, пригодных для изготовления конструкций из ПКМ с возможностью эксплуатации при повышенных температурах (вплоть до 150°С), в том числе сотовых.

В автомобильной промышленности все большее применение находят листовые пресс-материалы на основе связующих различных типов, армированные коротковолокнистым наполнителем, содержащие также те или иные сочетания специальных добавок

(SMC-материалы). А также для интерьера автомобилей требуется материал устойчивый к агрессивному воздействию окружающей среды. Выбор эпоксидного связующего обусловлен высоким качеством поверхности получаемого изделия. Использование в качестве армирующего наполнителя углеродного волокна позволяет достичь высоких физико-механических характеристик, соответствующих импортным аналогам фирмы Hexel (линейка материалов HexMC).

Для изделий, используемых в спортивной индустрии требуются материалы с хорошо амортизирующей способностью к ударному воздействию, высокое сопротивление к трению и истиранию, долговечность.

В АО «Препрег-СКМ» разработаны связующие и препреги на их основе для различных областей промышленности, такие как АСМ 102 и АСМ 1412 для авиационной промышленности, АСМ 1208 и АСМ 1209 используют для создания автомобилей, АСМ 1216 и АСМ 1218 используют в спортивной отрасли. В частности, компания ЗАРЯД использует препреги на основе связующего АСМ 1216 производства АО «Препрег-СКМ» для создания хоккейных клюшек.

Влияние электрохимической обработки на структуру и свойства углеродных волокон

Беленькая О.В., Черевинский А.П.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Шапагин А.В.
МАИ, Москва
olenka-b96@mail.ru

Углеродные волокна (УВ) в последние десятилетия являются материалами, которые нашли широкое применение в космической отрасли, авиастроении, энергетике, автомобилестроении, производстве спортинвентаря, медицине, строительстве и т.д. Композиционные материалы (КМ) на основе углеродных волокон широко используются в авиакосмической промышленности в качестве конструкционных материалов.

В настоящее время в промышленном производстве в зависимости от целей и задач, связанных с конкретными условиями применения УВ, разработаны процессы модификации поверхности волокон для её активации. Для повышения прочности углекомпозитов наиболее перспективным является электрохимический метод обработки (ЭХО) волокон, в процессе которого происходит деструкция и развитие поверхности волокна, вследствие неравномерного окисления углерода по поверхности. Кроме того, на поверхности УВ могут формироваться функциональные группы (-COOH; -OH; -COH и др.), способные образовывать химические связи с полимерным связующим. ЭХО экономически эффективнее, стабильнее, проще в реализации, что и обусловило его практическое применение. Однако в литературе приводятся только сведения общего характера, отсутствуют закономерности процесса, например, такие как зависимости прочностных характеристик КМ от параметров электрохимической обработки УВ и составов растворов.

Целью настоящей работы является комплексное изучение влияния электрохимической обработки на структуру и свойства углеродного волокна.

В качестве объектов исследования были выбраны неаппретированные УВ фирмы UMATEX Group с различными режимами ЭХО. Силу тока варьировали в диапазоне от 100 до 1250 мА. Концентрацию в водном растворе гидрокарбоната аммония (NH_4HCO_3) изменяли от 1,5 до 5 масс.%.

Исследование морфологии и элементного состава поверхности волокон проводили методом сканирующей электронной микроскопии (Jeol JSM U-3, Япония), оборудованном рентгеноспектральным микроанализатором с дисперсией по энергиям (Eumex, Германия).

Установлено, что в зависимости от концентрации гидрокарбоната аммония и силы тока, на поверхности волокна меняется концентрация кислородсодержащих функциональных групп. Концентрация кислорода колеблется в интервале 3 % масс.

Исследование физико-механических свойств УВ (прочность и модуль упругости при растяжении) проводили на разрывной машине (Zwick/Roell Z010, Германия) с использованием образцов УВ, вклеенных в образцы-держатели «рамочного» типа. Хорошую статистику полученных результатов обеспечивали 15 образцов для каждого режима ЭХО. По деформационно-прочностным кривым определены предел прочности и модуль упругости обработанных УВ. Построены зависимости физико-механических характеристик в зависимости от концентрации электролита и силы тока при ЭХО. Установлены оптимальные параметры технологического процесса ЭХО, позволяющие увеличить значение предела прочности и модуля упругости УВ.

Вероятнее всего, ЭХО приводит к активации поверхности УВ за счет увеличения концентрации кислородсодержащих групп, что влияет на рост полярной составляющей поверхностной энергии и способствует улучшению адгезионных характеристик на межфазной границе волокно-связующее.

Получение нано- и микроразмерных биоактивных покрытий на обработанных в плазме пленках полилактида

Бирдибекова А.В., Шинкарёва М.В., Лунёв И.В.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Демина Т.С.
МАИ, Москва
aisjlu14@mail.ru

Использование материалов из полилактида широко распространено в биомедицине, благодаря их способности к биодеградации, биосовместимости и хорошим механическим свойствам. Однако из-за гидрофобности и инертности, для повышения адгезии и роста клеток на поверхности материалов из полилактида необходимо или модифицировать их поверхностный слой или создавать биоактивные покрытия, например, из белков или полисахаридов. Одним из перспективных и экологически чистых методов модифицирования является обработка в низкотемпературной плазме, которая позволяет не только регулировать поверхностные свойства за счет её травления, образования функциональных групп, но и активировать её перед нанесением покрытий, обеспечивая высокую адгезию покрытия к подложке.

Целью работы является исследование влияния обработки в плазме пленок из полилактида на их морфологию, химическую структуру и возможность получения на их поверхности нано-/микроразмерных покрытий из коллагена. Обработку в плазме проводили на установке CUTE-1MPR (Корея) при частоте 40 кГц, мощности 50 Вт, в течение 60 сек.; в качестве рабочего газа использовали синтетический воздух. Иммобилизацию наноразмерного слоя коллагена осуществляли путем инкубирования обработанных в плазме пленок полилактида в 0.25 мас.% растворе коллагена в 3% CH3COOHв течение 2 ч; далее пленку промывали дистиллированной водой и сушили в беспылевом шкафу. Микроразмерное покрытие из коллагена получали методом полива раствора коллагена на обработанную в плазме пленку полилактида.

Исследование химической структуры поверхности пленки из полилактида методом рентгенофотоэлектронной спектроскопии показало, что обработка в плазме приводит к образованию азотсодержащих функциональных групп и увеличению содержания кислородсодержащих. Атомно-силовая микроскопия показала, что среднеквадратичная шероховатость поверхности пленок из полилактида после обработки в плазме увеличилась с 0.26 до 2.37 нм, что, вероятно, связано с травлением поверхности и подтверждено уменьшением массы пленок после обработки в плазме на 0.08±0.008 мас.%. С помощью флуоресцентного микроскопа на поверхности полилактидной пленки обработанной в плазме наблюдалась эмиссия иммобилизованных белков с флуоресцентными метками. Обработка в плазме позволяет создать двухслойные пленки, за счет адгезии покрытия из коллагена к подложке из полилактида, чего не наблюдается без предварительной обработки в плазме. Также в работе был исследован эффект пост-обработки полученных двухслойных пленок, стоящих из подложки в виде полилактидной пленки и покрытия из коллагена.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-32-00901. Авторы выражают благодарность Первому МГМУ им. Сеченова за доступ к установке низкочастотного разряда.

Технология производства композитных конструкций с программируемым армированием

Бобоев Ф.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Халиулин В.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
boboev_fariddun@mail.ru

Многостеночные композитные оболочки — сравнительно новый тип несущих конструкций ракетно-космической техники из углепластиков, при изготовлении которых могут быть использованы перспективные технологии инфузии и инжекции. Применение этих оболочек перспективно в отсеках и обтекателях ракет, корпусах космических аппаратов, тубусах космических телескопов и фотоаппаратов. С точки зрения технологии изготовления их можно отнести к интегральным панельным конструкциям, однако по особенностям своей несущей способности они ближе к трехслойным несущим оболочкам [1].

В процессе разработки сопла ракетного двигателя одной из проблем заключалась в разработке вкладышей со сложными геометрическим формами, которые можно было вынимать после формование для создания полой структуры. Данная проблема была решена путем применение растворяемых вкладышей. В нашем случае был применен материал пенополистирол. Преимущество данного типа пенопласта заключается в том, что он может поменять форму под действием температуры и вакуумом.

Материалом оснастки был выбран модельный пластик марки WB-1404 Оснастка предварительно была разделена на семь частей, для возможности фрезерования её на трехосевом фрезерном станке с ЧПУ.

Также в оснастку входят дополнительные элементы: шпильки для стяжки оснастки, шпилька с приваренной рым гайкой для смыкания, шайба, держатель.

Процесс изготовления преформы вкладышей сопла и внутренней и верхней обшивки при помощи роботизированного комплекса создания преформ методом радиального плетения HERZOGRF 1/144-100.

Нижняя обшивка плетется в два слоя волокном Т700. В узкой части угол армирования составляет ±45°, а в широкой части ±70±75°. Данная схема обеспечивает хорошее прилегание преформы к оснастке.

Процесс получения преформы вкладышей представлен в работе. Преформа фиксируется в двух зонах для сохранения угла армирования

Процесс получения преформы вкладышей

Количество веретен в машине 144. Плетение происходило при полной заправке всех 144 веретен, которые формируют угол биаксиального переплетения. Конструкция оплеталась волокном Т700 в два слоя. Угол плетения на горловине сопла составил 50°.

Следующим этапом в процессе изготовления изделия является создание технологического мешка.

Прежде чем начать пропитку необходимо из пропорции рассчитать количество смолы. В ходе пропитки важно использовать весы для того чтобы узнать закачалась ли необходимое количество связующего для полной пропитки преформы.

После формования обрезается технологический припуск 50 мм с каждой стороны и убирается жертвенный слой с распределительной сеткой.

Влияние полиэфирсульфона на вязкость и жизнеспособность эпоксидных олигомеров

Вяткина М.А., Третьяков И.В.
Научный руководитель — к.т.н. Солодилов В.И.
МАИ, Москва
maria26396@gmail.com

В настоящее время эпоксидные олигомеры широко применяются для изготовления армированных пластиков разными методами: прессованием, намоткой, пултрузией, пропиткой под давлением и т.д. Как правило, отвержденные эпоксидные смолы имеют невысокие трещино- и ударостойкость, которыми должны обладать современные матрицы для армированных пластиков. Повысить устойчивость к растрескиванию эпоксидных матриц можно путем их модифицирования, например, введением термопластов. При таком модифицировании удается значительно повысить трещино- и ударостойкость не только эпоксидных матриц, но и композитов на их основе. Однако модифицирование термопластами эпоксидных олигомеров приводит к изменению комплекса их физико-механических свойств, прежде всего технологических. Такие технологические свойства, как вязкость и жизнеспособность связующих, определяются ротационной вискозиметрией.

В качестве эпоксидного олигомера использовали эпоксидную смолу ЭД-20, которую модифицировали полиэфирсульфоном (ПЭС) Ultrason E -2010 (Basf). Содержание ПЭС в эпоксидной матрице составляло 0 – 20 % от массы ЭД-20. Отвердителем служил триэтаноламинотитанат (ТЭАТ) (10% от массы эпоксидного олигомера). Исследования проводили с помощью ротационного вискозиметра Реотест 2.1 на измерительной ячейке конус-плоскость в интервале температур 25 – 120 °С и скоростей сдвига 30 – 243 с-1.

Показано, что характер течения ЭД-20 + ПЭС не зависит от температуры и скорости сдвига: во всех случаях неньютоновский (дилатантный). С повышением температуры характер течения полимерных смесей приближается к ньютоновскому. Наибольший интерес при выборе режимов переработки высоковязких композиций вызывают зависимости вязкости от температуры и вязкости от времени жизнеспособности. Введение ПЭС увеличивает вязкость связующих. Количество модификатора существенно влияет на жизнеспособность полимерных смесей. При увеличении содержания ПЭС жизнеспособность полимерных смесей снижается. Присутствие отвердителя ТЭАТ практически не влияет на вязкость систем ЭД-20 + ПЭС.

Новые возможности и ограничения на пути применения композиционных материалов на основе термопластичных матриц в авиационной промышленности

Гаджиев Р.М.
Научный руководитель — к.т.н. Насонов Ф.А.
МАИ, Москва
r_gadzhiev@bk.ru

Постоянный рост объемов применения полимерных композиционных материалов (ПКМ) в аэрокосмической отрасли связан с их высокими удельными упруго-прочностными свойствами и технологичностью. Это в такой же мере постепенно начинает относиться и к композитам на термопластичных типах матриц. Прежде всего речь идет о так называемых «суперконструкционных термопластах» таких как: полиэфирэфиркетоны (ПЭЭК), полифениленсульфиды (ПФС), полифениленсульфоны (ПФСу), полисульфоны (ПСу) [1 – 7].

Далее приводятся некоторые примеры серийного применения композитах на термопластичных матрицах.

На основе высокомодульных углеродных нитей IM7X и пленок ПЭЭК изготавливают оболочки и силовой набор стабилизатора вертолёта АН-64 Apache [4 – 5].

Датской фирмой “Foker Special Products” была разработана технология изготовления агрегатов несущей части крыла для Airbus A340-500 и 600 на основе ПФС Fortron.

К основным преимуществам композитов на указанных типах матриц дополнительно можно отнести высокие упругопрочностные свойства, высокую деформационную теплостойкость, трещиностойкость, необходимые реологические свойства для качественной пропитки структур из армирующих волокон. Некоторые преимущества с точки зрения технологии:

• Возможность применения термоклеевых и сварных технологий (соответственно снижение количества крепежных элементов и механической обработки);

• Неограниченная жизнеспособность;

• Возможность вторичной переработки;

• Высокая технологичность изготовления партий деталей с высокой степенью повторяемости (прессование в разъемных жестких формах: матрица-пуансон).

Ключевые преимущества с точки зрения эксплуатационных свойств [4 – 9]:

• Повышенные характеристики трещиностойкости, усталостной долговечности;

• Улучшенные антистатические свойства.

В работе проводится проектирование детали, компенсирующей отклонения, возникающие в процессе сборки крыла пассажирского среднемагистрального самолёта. Подготавливается к описанию технологический процесс изготовления детали (проектируются типовой и единичный технологические процессы).

Основными преимуществами спроектированной детали из углепластика на термопластичной матрице являются отсутствие необходимости в механической обработке изделий, повышенная ударо- и трещиностойкость во всем диапазоне температур эксплуатации, облегчение узла за счет уменьшения количества крепежа.

Список литературы:

1. Головкин Г.С. и др., Волоконная технология переработки термопластичных КМ, — М.: МАИ, — 1993, — 232 с.

2. Головкин Г.С., Дмитриенко В.П., Научные основы производства изделий из термопластичных КМ, — М.: РУСАКИ, — 2005, — 472 с.

3. Thermoplastic composite materials. Ed. L.A.Carisson, Elsevier Scientific Publ.Co, 1990, 360 p.

4. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. – СПб.: Научные основы и технологии, 2008. – 822 с.

5. Композиционные термопластичные материалы – свойства и способы переработки//Бейдер Э.Я., Малышенок С.В., Петрова Г.Н.// Пластические массы. 2013. № 7. С. 56-60.

6. Термопластичные связующие для полимерных композиционных материалов// Бейдер Э.Я., Петрова Г.Н.//Труды ВИАМ. 2015. № 11. С. 5.

7. Aromatic polysulfone to create polymer materials with high resistance to frost// Borodulin A., Kalinnikov A., Shcherbin S., Kharaev A.// In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2019. С. 012062.

8. Ароматический полиэфирсульфон// Султыгова З.Х., Инаркиева З.И., Хараев А.М., Бажева Р.Ч. Патент на изобретение RU 2659222, 29.06.2018. Заявка № 2017130016 от 24.08.2017.

9 Полиэфирэфиркетоны: синтез, свойства, применение (обзор)// Хараев А.М., Бажева Р.Ч.// Пластические массы. 2018. № 7-8. С. 15-23.

Эпокси-фталонитрильные связующие для ПКМ

Гайфутдинов А.М., Зимин К.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Андрианова К.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
amir_gaifutdinov@mail.ru

При производстве полимерных композиционных материалов для изделий авиационного назначения в качестве связующего в основном используют эпоксидные смолы, благодаря комплексу ценных свойств. Однако эпоксидные связующие обладают невысокой

теплостойкостью, температура стеклования эпоксидных полимеров лежит в области 150-180□С. В то же время некоторые конструкции, изготавливаемые из композиционных материалов, работают при более высоких температурах. В качестве теплостойких связующих в настоящий момент известны фенолформальдегидные, цианэфирные, бисмалеимидные, полиимидные.

В данной работе рассмотрена возможность использования фталонитрильных соединений в качестве связующих для полимерных композиционных материалов. В качестве объекта исследования был выбран фталонитрильный мономер PN-3M. С целью снижения хрупкости и повышения технологичности исследовали смеси фталонитрильного мономера с рядом эпоксиноволачных олигомеров. В качестве отвердителей использовали аминные отвердители (ДАДФС, ДЭТДА). Исследование отверждения смесевых композиций проводили методами ИК-спектроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии и диэлектрического анализа. Реологические характеристики смесевых эпокси-фталонитрильных составов определяли в режиме осцилляции. Температуру стеклования отвержденных композиций определяли методом динамического механического анализа.

На основе разработанных композиций изготовлены образцы и определены их теплофизические и физико-механические характеристики. Проведено моделирование процесса пропитки теплозащитного экрана пилотируемого транспортного корабля, изготавливаемого из композиционных материалов с использованием эпокси-фталонитрильного связующего.

Особенности свойств эпоксидных полимеров, модифицированных оксидом графена

Гафиятуллина С.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Магсумова А.Ф.
КНИТУ-КАИ, Казань
ms.syumbelya@mail.ru

На сегодняшний день полимерные композиционные материалы (ПКМ) на основе эпоксидных смол находят все большее применение в авиационной и космической промышленности благодаря высокой адгезионной прочности, низкой усадке и относительно низкой стоимости используемой смолы. В связи с возрастанием требований к свойствам применяемых материалов, в настоящее время актуальной задачей является повышение эффективности существующих ПКМ с минимальными затратами. В качестве примера регулирования конечных свойств ПКМ на основе эпоксидной смолы можно привести метод введения в состав исходной композиции различных модифицирующих добавок в виде углеродсодержащих нанонаполнителей, таких как фуллерены, углеродные нанотрубки, графен, оксид графена и т.д. Несмотря на большое количество научных работ, посвященных исследованию свойств ПКМ с углеродными наноструктурными наполнителями, вопрос о влиянии природы и однородного распределения вышеупомянутых наночастиц на конечные свойства полимерных композитов требует дополнительных исследований [1-2].

В настоящей работе исследованы полимерные образцы на основе эпоксидной смолы марки ЭД-22 (ГОСТ 10587–84) и аминного отвердителя полиэтиленполиамина (ТУ 6-02-594–85) с концентрацией оксида графена 0,2% массовых частей относительно матрицы.

Особенности структуры поверхности полученных эпоксидных образцов и распределение наночастиц в полимерной матрице изучали с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ) easyScan (Nanosurf, Швейцария). Анализ снимков АСМ выявил достаточно однородное распределение частиц оксида графена в эпоксидной матрице.

Энергетические характеристики эпоксидных полимеров, а именно свободную поверхностную энергию (СПЭ), оценивали на приборе EasyDrop standard (KRÜSS, Германия) с программным обеспечением DSA1 методом лежащей капли с помощью измерения краевых углов смачивания с тестовыми жидкостями. СПЭ материалов рассчитывали согласно двухжидкостному методу Оуэнса-Вендта-Рабеля-Кьельбле, рассматривающего СПЭ

материала с точки зрения полярного и дисперсионного компонент. В качестве тестовых жидкостей использовались дистиллированная вода и дийодметан. Погрешность измерений краевых углов смачивания составляла 0,5º. Выяснилось, что введение небольшого количества оксида графена в эпоксидный полимер приводит к увеличению СПЭ, что обусловлено ростом дисперсионной составляющей.

Изучение водопоглощения образцов проводили согласно методике, описанной в ГОСТ 4650-80. Образцы выдерживали в холодной воде в течение 24 часов при комнатной температуре. Эксперимент показал, что образцы с оксидом графена обладают меньшим значением водопоглощения, чем образцы без наполнителя.

В результате проведения данного комплекса исследований выявлена эффективность введения оксида графена в состав эпоксидного полимера: наполнитель увеличивает дисперсионную составляющую СПЭ эпоксидного полимера, что проявляется в снижении значения водопоглощения материала.

Список литературы:

1. Чеботарева Е.А., Вишняков Л.Р. Полимерные композиционные материалы: формирование структуры и влияние её на свойства (Обзор) // Вестник Инженерной академии Украины. 2012. № 2. С. 157-163.

2. Кондрашов С.В., Шашкеев К.А., Попков О.В., Соловьянчик Л.В. Физико-механические свойства нанокомпозитов с УНТ (обзор) // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2016. №5. Ст. 08. URL: http://www.viam-works.ru (дата обращения 08.02.2020). DOI: 10.18577/2307-6046-2016-0-5-08-8.

Лазерная резка композиционных материалов

Дронь А.О., Шамсиев М.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
andreidr2015@yandex.ru

Композитные материалы являются важными инженерными материалами из-за их выдающихся механических свойств. Металлические матричные композитные (ММС) материалы являются одними из широко известных композитов благодаря их превосходным свойствам, таким как высокая прочность, твердость, жесткость, износостойкость и коррозионная стойкость.

Лазерная резка монолитных материалов хорошо зарекомендовала себя и широко используется в различных отраслях промышленности, включая аэрокосмическую, медицинскую и автомобильную. Однако лазерная резка анизотропных материалов, таких как композиты с металлической матрицей (ММС), является сложной задачей из-за различий в химических и физических свойствах матрицы и армирования волокон.

Материалы ММС имеют значительный потенциал для использования во многих различных промышленных применениях, в том числе в автомобильной, аэрокосмической и электронной промышленностях. Однако их использование в настоящее время ограничено из-за низкой обрабатываемости по сравнению с обычными металлами и сплавами. [1,5]

Лазерная резка анизотропных материалов все ещё остается сложной задачей из-за огромной разницы в тепловых свойствах материала. Основная часть исследований по лазерной резке анизотропных материалов сфокусирована на композитах, армированных углеродными волокнами (CFRP) [4]. Исследователи использовали ряд лазерных источников от лазеров с непрерывной волной (CW) до короткоимпульсных (наносекундных (нс)) лазеров и ультракоротких импульсных (пикосекундных (пс) или фемтосекундных (фс)) лазеров. Ряд лазерных режущих механизмов используется для композитных материалов, включая резку плавлением, резку реактивным сплавом и холодную резку.

В статье [6] рассматривается лазерная резка как замена механической обработки композитов, армированных стекловолокном. Патрик Пател, в своей статье написал, что механическая обработка композитного материала затруднена обычными методами обработки,

но лазерная резка может предложить альтернативный метод обработки, при котором можно получить качественный рез, контролируя различные параметры процесса.

На примере статьи [7] была рассмотрена возможность использования лазерной резки композитов на большом производстве, а именно в автомобилестроении. Они считают, что можно установить на робот устройство для лазерной резки, что позволит использовать его для обработки “на лету”, т.е. при взаимодвижении лазера и автомобильного каркаса.

После анализа литературы можно прийти к выводу, что лазерная обработка композиционных материалов имеет преимущества такие как: высокая точность обработки, отсутствие габаритных ограничений для деталей или заготовок, отсутствие касания режущего инструмента, малая ширина пропила, а также недостатки такие как: термическая деструкция матрицы с незначительным оплавлением краев в зоне резания, выделение дыма и пыли.

Список литературы:

1. Tamer Ozben, Erol Kilickap, Orhan Çakır Investigation of mechanical and machinability properties of SiC particle reinforced Al-MMC// Journal of Materials Processing Technology, Volume 198, Issues 1–3.

2. Amit Sharma, Vinod Yadava Experimental analysis of Nd-YAG laser cutting of sheet materials//Optics & Laser Technology, Volume 98, 1 January 2018, Pages 264-280.

3. M.Sundar, A.K.Nath, D.K.Bandyopadyay, S.P.Chaudhuri Effect of process parameters on the cutting quality in lasox cutting of mild steel//The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, February 2009, Volume 40, Issue 9–10, pp 865–874.

4. M.H.El-Hofy Laser beam machining of carbon fiber reinforced composites: a review//The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, April 2019, Volume 101, Issue 9–12, pp 2965–2975.

5. S.Marimuthu, J.Dunleavey, Y.Liu, M.Antar, B.Smith Laser cutting of aluminium-alumina metal matrix composite//Optics & Laser Technology, Volume 117, September 2019, Pages 251-259.

6. Pathik Patel, Saurin Sheth, Tejas Patel Experimental Analysis and ANN Modelling of HAZ in Laser Cutting of Glass Fibre Reinforced Plastic Composites//Procedia Technology, Volume 23, 2016, Pages 406-413.

7. S.Bluemel, S.Bastick, R.Staehr, P.Jaeschke, O.Suttmann Robot based remote laser cutting of three-dimensional automotive composite parts with thicknesses up to 5mm//Procedia CIRP, Volume 74, 2018, Pages 417-420.

Изготовление теплозащитных корпусов из материала КВ-ВМ-2D и определение его свойств

Дудин В.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Колесников С.А.
МАИ, Москва
Dydin.Viktor@yandex.ru

Целью данной работы является изготовление составных частей теплозащитных корпусов (ТЗК) и образцов из материала КВ-ВМ-2D, с достаточным уровнем физико-механических и теплофизических свойств материала для обеспечения защиты радионуклидного источника тепла (РИТ) от внешних тепломеханических воздействий, как при штатной эксплуатации РИТ, так и при вероятных аварийных ситуациях.

Требования, предъявляемые к свойствам материала: плотность — 1910 кг/м^3, не менее; коэффициент теплопроводности – 75 Вт/(м·К), не более; не герметичность.

Изделие из материала КВ-ВМ-2D применяется в качестве составной части ТЗК радиоизотопного термоэлектрического генератора (РИТЭГ). Данные изделия принимают участие в «Лунной программе Китая — Чаньэ-4» в составе лунохода «Юйту-2» и в программе «ЭкзоМарс – 2020».

В качестве армирующего материала использована углеродная ткань УТ-900-3-240-ЭД (ТУ-1916-155-05763346-2015), в качестве связующего – пек каменоугольный среднетемпературный марки А и пек высокотемпературный. Методом выкладки в

графитовую оправку получены плоские многослойные образцы материала, которые затем были подвергнуты повторяющимся циклам пропитки и карбонизации для набора заданного уровня плотности и показателей свойств.

На образцах материала были определены физико-механические и теплофизические показатели свойств при разной плотности: 1.83, 1.87 и 1.94 г/см^3; такие как:

1. Кажущейся плотность гидростатическим методом;
2. Коэффициента теплопроводности;
3. Герметичности материала;
4. Предела прочности при сжатии;
5. Предела прочности при растяжении;

Изготовленный материал КВ-ВМ-2D удовлетворяет заданным требованиям и обеспечивает работоспособность ТЗК РИТ при любых видах эксплуатационных и аварийных воздействий.

Изучение распределения этиленовых звеньев в сополимерах пропилена с этиленом методом инфракрасной спектроскопии

Зайцева А.М., Резвых А.В., Блинова А.Г.
Научный руководитель — профессор, д.х.н. Амирова Л.М.
КНИТУ-КАИ, Казань
sunnybunnyann@mail.ru

Цель работы: провести анализ зависимости эксплуатационных свойств сополимеров пропилена с этиленом от содержания этиленовых звеньев.

Полипропилен является достаточно универсальным материалом. Он занимает особое место в промышленности, благодаря отличному сочетанию комплекса полезных свойств. Низкая стоимость, хорошие механические свойства, а также великолепная химическая устойчивость делает его применение возможным во множестве отраслей. Наряду с гомополимерами ПП, его сополимеры также представляют интерес благодаря достаточно высоким эксплуатационным свойствам и невысокой стоимости. Одним из способов улучшения эксплуатационных свойств полимеров является химическая модификация, выполняемая посредством создания сополимеров. Например, сополимеры пропилена с этиленом характеризуется большей мягкостью, но и более высокой ударной вязкостью, прочностью и долговечностью по сравнению с гомополимером пропилена. Материал имеет более высокую стойкость к растрескиванию и низкотемпературную прочность по сравнению с гомополимером. По всем остальным свойствам гомополимер немного превосходит сополимер пропилена.

В связи с этим выявление закономерностей изменения физико-механических и теплофизических свойств в зависимости от количества этиленовых звеньев в сополимерах полипропилена является актуальной задачей.

Для достижения данной цели в работе изучено содержание этиленовых групп для широкого круга промышленных гомо- и сополимеров пропилена методом инфракрасной спектроскопии с Фурье преобразованием. Проведен анализ зависимости теплофизических свойств (теплоемкости, коэффициента термического расширения) от количества групп в сополимерах полипропилена.

Разработка технологии и оборудования для производства композитной ячеистой конструкции

Захаров Н.Б.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Халиулин В.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
zanibo2@mail.ru

Для создания трёхслойных конструкций, обладающих высокой удельной прочностью применяются различные заполнители, в том числе и ячеистые (гипар) конструкции. Ячеистая конструкция, это структура, образованная регулярными рядами однотипных, периодически расположенных выступающих или впадающих ячеек. Различают схемы изготовления ячеистых конструкций из заготовки конечных размеров и из непрерывной заготовки.

Был осуществлен прогноз влияния формы ячеек на их несущую способность, выяснилось, что наличие смежных гофров повышает устойчивость ячеек, но снижает гибкость при укладке на криволинейные поверхности. Наличие ребер жесткости ячеек повышает прочность на поперечное сжатие. Ячеистая конструкция из цельной листовой заготовки будет иметь прочность выше, чем конструкция, состоящая из отдельных, соединенных между собой, элементов. Чем меньше угол наклона боковых стенок ячейки к нормали срединной плоскости, тем большей несущей способностью и площадью контакта с обшивками обладает ячеистая конструкция.

Рассматривалось влияние формы ячеек на технологичность изготовления конструкции непрерывным методом формования. Смежные гофры требуют дополнительных формообразующих элементов, но снижают вытяжку материала. Свободная конструкция типа «гипар» технологичнее, чем конструкция с ребрами жесткости. Так же было определено, что при производстве ячеистого заполнителя большое значение имеет соотношение высоты ячеек и углов наклона их граней к нормали срединной плоскости. Данное соотношение влияет также на величину площадок в вершинах ячеек. При значительной высоте и небольших углах наклона форма ячейки приближается к форме призмы. Тканый материал, имеющий небольшую способность к вытяжке, может не выдержать растягивающих напряжений и разрушиться при попытке организовать такую форму, однако можно подобрать оптимальные соотношение высот и углов для обеспечения технологичности изготовления заполнителя с сохранением его механических характеристик.

Было разработано несколько вариантов конструкций, отличающихся как по форме, так и по технологичности. В каждом случае целью был поиск благоприятного соотношения прочностных свойств и простоты изготовления. Среди них был выбран оптимальный вариант, для которого, впоследствии, был разработан концепт технологического оборудования.

Оборудование представляет собой производственную линию, в которой листовая заготовка проходит процесс формования, двигаясь от узла к узлу. Узел подачи материала представляет собой подвижную сварную раму на колесах со съемными валами, служащих для закрепления рулонов материала в заданном положении. Узел гофрирования выполнен в виде системы верхних и нижних валов, на которых закреплены гофрировочные ролики. Верхние гофрировочные ролики обкатывают поверхность нижних валов. Продольное гофрирование производят в несколько этапов. Вначале плоский лист заготовки, поступающий из узла подачи, проходит два непрофилированных вала. На первом этапе происходит образование первого продольного гофра в середине листовой заготовки, на втором – калибрование полученного среднего гофра и образование ещё двух гофров, расположенных по обе стороны от сформированного ранее. На каждом из последующих этапов гофрования будет добавляться по два крайних гофра и калибрование ранее образованных. Таким образом достигается высокая точность гофрирования материала. Узел формирования ячеек представляет собой формообразующую часть в виде штампа, в котором матрица и пуансон разбиты на элементы, смыкающиеся в определённой последовательности. Такая конструкция необходима, для обеспечения течения тканного материала. Толкатели, создающие усилия на элементы матрицы и пуансона могут приводиться в движение различными способами, например: при

помощи соленоидов, пневматических, гидравлических или механических систем, однако главными условиями их работы являются: точная синхронизация с движением подачи заготовки из узла гофрирования и достаточное обжимающее усилие. Температурный режим отверждения заготовки, как правило, состоит из выдержек при определенной температуре, а также нагревов или охлаждений с заданной скоростью. Для достижения необходимых параметров температурного режима, предлагается использовать многокамерную систему отверждения связующего. В соответствии с ней, вся производственная линия может быть разбита на необходимое число замкнутых камер, соответствующих температурному режиму формования для определенного связующего. Узел складывания состоит из стола резки, на которой имеется дисковая пила. Дисковая пила закреплена на горизонтальных направляющих, поперечная подача осуществляется посредством цепной передачи. Также узел складывания имеет выдвижной контейнер на колесах, для автоматического складывания в него нарезанного заполнителя. Оборудование приводится в действие с помощью электродвигателя. Движение сообщается формообразующим элементам при помощи зубчатых и цепных передач.

Исследование зависимости физико-механических характеристик углепластика от способов модификации его исходных компонентов

Зубарев С.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шайдурова
ПАО «НПО "Искра"», Пермь
ZubarevSergey@mail.ru

Потребность аэрокосмической техники в качественных композиционных материалах с повышенными физико-механическими характеристиками, может быть удовлетворена не только разработкой принципиально новых компонентов композиционных материалов (волокон, связующих), но и модификацией уже существующих. Особенно, актуален процесс повышения физико-механические характеристик композиционных материалов, уже применяемых в производстве без существенного изменения налаженного технологического цикла.

Положительные результаты комплекса проведенных исследовательских работ, показывают, что управляя структурой материалов и межфазного взаимодействия на границах раздела между полимерной матрицей и наполнителями практически любого класса, можно модернизировать и получать композиционные материалы с повышенным уровнем эксплуатационных характеристик.

Например, одним из перспективных направлений поверхностной модификации угольных волокон, тканей для увеличения адгезионного взаимодействия на границе раздела является использование высокочастотной (ВЧ) плазменной обработки, которая приводит к изменению поверхностного слоя волокон.

Процесс обработки ткани заключается во взаимодействии материалов с активными и неактивными частицами плазмы, имеющими высокую кинетическую или потенциальную энергии.

Увеличение адгезионных свойств полимерных материалов под воздействием плазмы связано не только с очисткой поверхности от различного рода загрязнений, но и с образованием гидрофильных групп различной химической природы, обеспечивающих высокие адгезионные свойства модифицированной поверхностей. Воздействие высокочастотного емкостного (ВЧЕ) разряда пониженного давления в среде инертного газа (аргон) приводит к образованию активных свободных радикалов, которые на воздухе превращаются в гидроперекисные и перекисные, а затем, – в стабильные кислородосодержащие полярные группы

Анализ результатов испытаний композиционных материалов на основе волокнистых наполнителей, модифицированных путем обработки низкотемпературной плазмой показал, что:

1) Прочность углепластика на основе эпоксидного связующего ЭДТ-10П и обработанной плазмой ткани Урал Т-22Р ЭХО А по сравнению с углепластиком на основе штатной ткани:

• При сжатии возросла на 40 % по основе и на 8% по утку (с 1307 до 1848 кгс/см^2);

• При сдвиге осталась на прежнем уровне (~ 300 кгс/см^2);

• При растяжении увеличилась на 5% (с 2401 до 2525 кгс/см^2), модуль упругости повысился на 15 % (с 1604 до 1843 кгс/мм^2).

Другим направлением повышения ФМХ углепластика является модификация связующего, которая может быть реализована путем введения в его состав высокодисперсных частиц (наполнителя).

При введении наполнителей в полимерную матрицу происходит их частичная адсорбция на границе раздела смола-наполнитель, что ведет к увеличению площади их связи. Также их введение в связующее приводит к увеличению прочностных характеристик матрицы за счет образования более сложной структуры отвержденного полимера. Это связано с тем, что наполнители малой размерности создают множество новых центров начала полимеризации.

Анализ результатов испытаний образцов на основе связующих, модифицированных ультрадисперсным алюминием (УДА) показал, что оптимальное повышение ФМХ углепластика, предела прочности при сжатии и предела прочности при межслойном сдвиге, достигается при модификации эпоксидного связующего УДА при концентрации в количестве 5 мас.ч. относительно массы смолы.

Прочность углепластика на основе модифицированного УДА (5%) связующего ЭДТ-10П и ткани Урал Т-22Р ЭХО А:

• При сжатии по основе возросла на 85 %, по утку на 8%;

• При сдвиге по основе возросла на 12 %, по утку осталась на прежнем уровне; при растяжении снизилась на 13 %.

Данный вид модификации актуален при необходимости дифференцировать прочностные свойства композита для работы на сжатие, например, при изготовлении раструбов или тарелей эластичных шарниров выходных блоков РДТТ.

Также, предложен и опробован принципиально новый метод модификации углеродных волокнистых наполнителей путем наноструктурирования на их поверхности раствора ПВС. Производные раствора ПВС после двух-стадийной термообработки, вероятно, влияют, как на угол смачивания наполнителя связующим, так и на ближний и дальний порядок выстраивания полимерных цепочек на взаимодействующем с наполнителем слое матрицы, что повышает прочность композита.

Результаты испытаний передовых образцов углепластика на основе ткани Урал Т-22Р ЭХО А, модифицированной наноструктурированием раствором ПВС 10%-ой концентрации, превышают ФМХ образцов изготовленных по штатной технологии до 2 раз.

Оценка влияния дисперсного наполнителя в структуре полимерного композиционного материала на остаточную прочность при сжатии после удара

Имаметдинов Э.Ш.
Научный руководитель — к.т.н. Гуляев И.Н.
ФГУП ВИАМ, Москва
elnar94@mail.ru

Полимерные композиционные материалы (ПКМ), такие как углепластики, имеют ряд преимуществ: высокие удельные показатели прочности и жесткости. Такие характеристики делают данные материалы незаменимыми в ряде областей техники.

Цель представленной работы – оценить эффективность повышения показателя остаточной прочности при сжатии после удара углепластика на основе среднемодульного волокна и эпоксидной матрицы при помощи применения прослойки из термопластичных частиц и частиц типа Core Shell.

В качестве объекта исследования был выбран углепластик на основе среднемодульного углеродного жгутового наполнителя типа Т800 и эпоксидной матрицы, который применяется для изготовления высоконагруженных конструкций планера. Образцы углепластика с

квазиизотропной укладкой [+45/0/-45/90]3s были изготовлены методом автоклавного формования по ступенчатому режиму.

Остаточная прочность при сжатии после удара углепластика исследовалась с помощью вертикального копра Instron Ceast 9350 (Великобритания) по стандарту ASTM D 7136, комплекса по иммерсионному неразрушающему контролю LS-500 ScanMaster Systems Ltd. (Израиль) и испытательной машины Walter+Bai LFM-250 (Швейцария) по стандарту ASTM D 7137.

После испытаний на остаточную прочность были проведены фрактографические исследования поверхности разрушения контрольных образцов углепластика и образцов с прослойкой, показавшие наивысший прирост по свойствам, на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3 XMU (Чехия) в режиме вторичных электронов.

Результаты обработки экспериментальных данных показывают, что у контрольных образцов углепластика (без просыпки) после удара площадь разрушения разнится в диапазоне 1620-2202 мм2, при этом предел прочности при сжатии после удара в среднем составляет в районе 220 МПа. Нанесение частиц типа Core Shell в количестве 1,5 масс. % на поверхность препрега (перед автоклавным формованием) приводит к уменьшению площади разрушения образцов после удара 1206-1310 мм2 и повышению параметра остаточной прочности 250 МПа (на 14%). При нанесение на слои препрегов промежуточных слоев из термопластичного порошка площадь разрушения не сильно изменяется от контрольных образцов – 1777-2345 мм2, но при этом происходит повышение остаточной прочности в районе 257 МПа (на 17%).

Повышение теплостойкости конструкций из освоенных в производстве ПКМ путем гибридизации с теплостойкими материалами

Исхаков В.С.
Научный руководитель — Морозов Б.Б.
ОКБ Сухого, Москва
vsi6395@mail.ru

Одним из важных факторов повышения эффективности боевой авиации является скорость. Однако с повышением скорости растут аэродинамические и тепловые нагрузки.

Для традиционных материалов предельная температура эксплуатации ограничивается температурой стеклования, что, в свою очередь, ограничивает предельную скорость полёта (например, для ВКУ-30 рабочая температура 150°С, а для ВПС-32 — 175°С).

В свою очередь это диктует необходимость повышения предела рабочих температур конструкции планера. На уровне конструкции повышение предельной рабочей температуры можно обеспечить созданием теплозащитного слоя, предохраняющего силовые элементы самолёта, или созданием силового набора, способного выдержать расчетные нагрузки при повышенной температуре.

Требования к перспективным материалам

Конструктивные решения по теплозащите элементов конструкции, применяемые в космической промышленности (на основе абляционных покрытий) не подходят, в виду того, что для авиационной техники необходимо сохранять аэродинамические контуры изделия неизменными. На уровне материаловедения данную проблему можно решить путем создания теплостойких материалов или обеспечения тепловой защиты «традиционных» материалов.

Отвержденное связующее должно отвечать требованиям, предъявляемым к свойствам пластика в готовом изделии — требованиям по прочности и жесткости, теплостойкости, электроизоляционным свойствам, долговечности при эксплуатации в различных условиях и другим показателям.

Так же при выборе связующего необходимо руководствоваться требованиями, налагаемыми предъявляемыми самим процессом формования изделия. Полимерное связующее для процесса автоклавного формования должно обладать следующими технологическими свойствами:

• Физико-химической совместимостью с материалом армирующего наполнителя (смачивающая или пропитывающая способность, адгезионная прочность и т.д.);

• Высокой теплостойкостью (Траб не менее 250°С)

• Связующее не должно обладать выраженными экзотермическими эффектами, усложняющими технологический процесс и требующими сложной технологической оснастки с устройствами охлаждения и нагревания заготовки изделия;

• Минимальной продолжительностью процесса отверждения;

• Минимально возможной усадкой при отверждении.

• Длительным гарантированным сроком хранения.

Материалы для теплостойкой конструкции

Теплостойкие матрицы можно разделить на органические и неорганические. Органические материалы, например, БМИ препреги имеют высокие технологические характеристики и наиболее близки к препрегам типа КМКУ. Однако, их предельная рабочая температура не превышает 250°С. Отвержденные фталонитрильные связующие имеют более высокую теплостойкость (от 300°С), но менее технологичны. Неогранические (керамические) материалы, как правило, сложны в производстве и требуют дорогостоящего оборудования. В свою очередь, их теплостойкость превышает 1000°С в течении длительного времени.

Изготовление и испытание образца

Изготовление образца проводилось на стандартном оборудовании с применением типовых, нетеплостойких материалов. Отсутствие значимых дефектов свидетельствует о возможности и в дальнейшем производить переработку теплостойких материалов. Экспериментально показано, что предложенное решение позволяет обеспечить защиту от теплового воздействия, максимальное значение на внутренней, не теплостойкой обшивке достигло 130°С.

Целью данной работы разработка технологического решения. В результате работы предложено решение гибридизировать классическую конструкцию с теплостойкой обшивкой из теплостойких материалов. При принятии решения о внедрении предлагаемого решения необходимо провести перерасчет прочностных и жесткостных характеристик под конкретные требования к конструкции. Регулирование теплостойкости конструкции происходит путем изменения высоты имидных сот.

Личный вклад автора состоит в анализе современных теплостойких материалов, разработка технологического решения, а также создании рекомендаций для внедрения данного решения в конструкцию летательного аппарата.

Оптические метаматериаллы

Карпунова А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Хомутская О.В.
МАИ, Москва
karpunova.nastena@mail.ru

Предлагается рассмотрение оптических метаматериалов с отрицательным коэффициентом преломления.

Метаматериал — композиционный материал, в котором при помощи внедряемой микроскопической структурой на наноуровне меняется структура материала, что способствует изменению размеров и форм и появлению новых свойств, отсутствующих у материалов природного происхождения, с модифицированной магнитной и диэлектрической восприимчивостью исходной структуры.

При особом расположении слоёв в композиционной структуре с обычным и отрицательным коэффициентом преломления будет происходить искажение оптического излучения в результате чего под определенным углом зрения складывается ощущение отсутствия объекта. Однако для данного эффекта необходимо, чтобы выходящий свет демонстрировал такую же поляризацию и фазу, как и свет, проходящий вне этого метаматериала. В противном случае произойдёт сильное искажение.

Существует несколько предположений решения проблем: 1) применение пространственно неоднородных сред (жидких кристаллов) для управления оптическими и диэлектрическими характеристиками; 2) оптические метаматериалы должны быть основаны на структурах наномасштаба.

Предлагается создание и тестирование нового типа метаматериала с гибридной структурой поверхности, которая позволяет ему эффективно взаимодействовать с двумя составляющими электромагнитных колебаний в чрезвычайно широком диапазоне, охватывающем весь спектр видимого света. Метаматериал в большем масштабе представляет собой упорядоченную трехмерную решетку, узлы которой состоят из трех оптических атомов.

Проверку материала желательно проводить на объектах разных размеров и состава.

Исследование возможности применения новых экологически безопасных антипиренов в составе полимерной теплозащитной шпатлевки

Котельникова Д.Д.
Научный руководитель — Венедиктова М.А.
ФГУП ВИАМ, Москва
utochka-93@mail.ru

Прекращение производства ряда исходных компонентов, ограничение производства экологически опасных веществ, а также широкое наступление на российский рынок импортных материалов аналогичного назначения привели к снижению производства ряда теплозащитных материалов [1-3].

В данной работе была исследована возможность применения экологически безопасных антипиренов отечественного производства взамен массово применяемого антипирена Фосполиол-II (ТУ 2226-115-00210045-2000) на основе дихлорангидрида метилфосфоновой кислоты в составе теплозащитного покрытия ВШ-27Ф с целью оценки возможности снижения его токсичности и загрязнения при его производстве и переработке окружающей. Производство указанного исходного сырья в настоящее время подпадает под ограничение в соответствии со списком 2 «Конвенции о запрещении разработки, накопления и применения химического оружия и его уничтожении».

С применением двух экспериментальных образцов экологически безопасных антипиренов, полученных от ФГУП «ГосНИИОХТ» изготавливались образцы теплозащитной шпатлевки ВШ-27Ф и проводилась оценка характеристик пожарной опасности, технологических, теплофизических, физико-механических показателей. Фосфорорганические антипирены были синтезированы с применением трихлорфосфина, метилаля и пентаэритрита.

С цель подтверждения экологической безопасности антипиренов оценивалась токсичность исходных применяемых компонентов, количество сточных вод, образующихся при их производстве, а также проведена комплексная оценка опасных производственных факторов, имеющих место при получении антипиренов. Дополнительно определены их физико-химические характеристики выбранных антипиренов.

Проведенные исследования показали, что применение в составе теплозащитной шпатлевки ВШ-27Ф антипирена-1 снижает жизнеспособность. Это вероятно объясняется его более высокой кислотностью по сравнению с антипиреном-2. Дымообразование образцов теплозащитной шпатлевки с антипиренами-1 и 2 показало, что они относится к среднедымящим материалам. Однако горючесть состава с антипиреном-1 уступает композиции с Фосполиолом-II. Это может быть связано с малым количеством фосфора в данном антипирене. Также имеет место незначительное снижение физико-механических показателей и увеличение теплопроводности теплозащитной шпатлевки ВШ-27Ф-А с антипиреном-1.

По результатам анализа проведенных исследований для последующих испытаний был выбран образец с антипиреном-2 и проведен дополнительный анализ теплофизических и эксплуатационных характеристик данного покрытия, а также синхронный термический анализ.

Результаты проведенных испытаний показали, что теплозащитные функции покрытия ВШ-27Ф до температуры 200 °С определяются совокупностью его теплофизических свойств. Выше этого значения, температурный перепад на защищаемой поверхности определяется абляцией, которая протекает в области температур от 200 до 689 °С со существенным экзотермическим эффектом.

Дополнительные исследования стойкости теплозащитного покрытия к одностороннему воздействию пламени с температурой (1100±50) °С в течение 15 минут показали, что перепад температуры на образце составляет от 710 до 800 °С. Температура на тыльной стороне испытуемого образца зависит от толщины покрытия: при толщине (1,2÷2,0) мм она составляет 330-340 °С, при толщине 3,5 мм снижается до 195-220 °С. После воздействия пламени покрытие не имеет расслоений и вздутий.

По результатам проведенных исследований подтверждена возможность замены Фосполиола-II в составе шпатлевки ВШ-27Ф на экологически безопасный фосфорорганический антипирен-2.

Список литературы:

1. Chanda M., Roy S.K. Industrial polymer, specialty polymers, and their applications // CRC Press Taylor & Francis Group; 2009, 432 p.

2. Gren M. CHM014M Flame Retardant Chemicals: Technologies and Global Markets – BCC Research, 2015, 164 p.

3. Композиция для изготовления теплозащитного покрытия и способ её изготовления: пат. 2628784 Рос. Федерация; заявл. 07.09.2016; опубл. 22.08.2017, Бюл №24. 2 с.

Исследование физико-механических свойств угленаполненного полиамида 66

Кремнева В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ягрушкина И.Н.
СамГТУ, Самара
viktoriakremneva2708@gmail.com

Современную жизнь человека невозможно представить без применения различного типа полимерных композиционных материалов. Прогресс, например, в авиастроении сопровождается непрерывным увеличением количества и улучшением качества используемых композиционных материалов, которые все в большей степени заменяют традиционные металлы и сплавы. То же касается и автомобилестроения, судостроения, железнодорожного, других видов транспорта, строительства и пр.[1].

Применение полимерных композиционных материалов способствует решению целого ряда технических проблем.

Использование полимерных композиционных материалов взамен традиционных позволяет существенно уменьшить вес изделия, при этом не изменяя прочностные характеристики данного материала, что особенно важно для авиационной и аэрокосмической промышленности. Очень часто полимерные материалы не обладают достаточной прочностью и жесткостью, для того, чтобы обеспечить заданные требования, которые предъявляются к изделию. Известный факт, что по сравнению с различными металлами большинство производимых промышленностью термопластов обладают пониженными значениями одного или нескольких физико-механических свойств (плотности, ударной прочности, жесткости, прочности при растяжении и др.). Для улучшения физико-механических свойств полимерных материалов в них вводят различные усиливающие наполнители, что позволяет затем использовать эти материалы в качестве конструкционных [2].

Целью настоящей работы явилось исследование физико-механических свойств угленаполненных композиций.

Полимерные композиции готовились на основе ПА-66 (ТУ 6-06-16-88) и рубленого углеволокна размером 2 мм в количестве 15, 20, 30, 40 %. В качестве пластификатора применяли капролактам (10%), добавка – стеариновая кислота (3%).

Изготовление полимерного композиционного материала осуществляли с помощью двухшнекового экструдера с последующим гранулированием. Непосредственно перед переработкой ПА-66 сушили в термошкафу ТЛ-60 при температуре 80°С в течение 4 часов.

Процесс изготовления гранул полимерного композиционного материала проводился при следующих технологических параметрах: температура по зонам материального цилиндра 250-285°С, температура по зонам головки 280-275°С, число оборотов шнека 30 об/мин.

Изготовление образцов для испытаний производили на минитермопластавтомате с объемом впрыска до 100 см3. Испытания на растяжение проводились в соответствии с ГОСТ 34370. Прочность и модуль упругости при изгибе определяли в соответствии с ГОСТ 4648-71. Для каждого вида испытаний изготавливалось не менее 5 образцов.

Результаты проведенных исследований показывают, что ПА 66 с 40% масс. содержанием наполнителя имеет меньшую плотность, высокую удельную прочность и жесткость в сравнении со сплавом алюминия. Отмечается, что наиболее эффективным путем улучшения физико-механических свойств полиамида 66 является наполнение его рубленным углеволокном.

Таким образом, благодаря высоким физико-механическим характеристикам, угленаполненные композиции на основе термопласта-полиамида 66 наиболее целесообразно использовать в качестве конструкционных материалов, в том числе взамен алюминиевому сплаву.

Список литературы:

1. Кербер М.Л., Виноградов В.М. Полимерные композиционные материалы. Санкт-Петербург.: Профессия, 2018. 624 с.

2. Д.В.Кочуров Высокопрочные полимерные композиционные материалы // Международный студенческий научный вестник. — №5, 2018. — С. 167.

3. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы. М.: НОТ, 2009. С. 250-282.

Использование алифатических и циклоалифатических аминов в качестве регуляторов реологических характеристик эпоксидных SMC-препрегов

Кузнецова И.О.
Научный руководитель — к.х.н. Гребенева Т.А.
РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва
ira.kuzya100@yandex.ru

Все большее применение в различных отраслях промышленности находят полимерные композиционные материалы (ПКМ) благодаря своим уникальным свойствам: легкости и одновременно прочности.

Существует достаточно большое количество методов получения ПКМ. Метод Sheet Moulding Compound (SMC) является одной из перспективных технологий получения ПКМ.

SMC-препрег представляет собой листовой материал, содержащий смолу, наполнители и армирующие волокна, покрытый с двух сторон барьерной пленкой. Его изготавливают непрерывным способом на специальных установках. Ключевым технологическим этапом SMC-производства является дозревание полученного SMC-препрега. На данной стадии происходит пропитка волокна связующим под действием сил натяжения полимерной матрицы, вязкость которой возрастает со временем.

Добиться загущения эпоксидной композиции в SMC-препреге можно путем введения в состав связующего алифатического или циклоалифатического амина непосредственно перед получением полимерного полуфабриката. Введение такого амина в количестве до 10 масс. % влечет частичную полимеризацию эпоксидных олигомеров, что соответственно приводит к изменению реологических характеристик эпоксидной матрицы.

В ходе исследования влияния алифатического и циклоалифатического амина на реологические характеристики эпоксидного связующего было установлено, что скорость нарастания вязкости эпоксидного связующего во времени и его конечное значение вязкости

зависят от количества введенного амина, значения данных показателей возрастают с увеличением доли модификатора в составе. При этом реологические испытания показывают, что скорость нарастания вязкости эпоксидного связующего с добавкой алифатического амина (диэтилентриамина) выше, чем у композиции с эквивалентным количеством циклоалифатического амина (изофорондиамина). Что может быть связано с присутствием циклического фрагмента в структуре изофорондиамина, который замедляет взаимодействие его аминогрупп с эпоксидными группами связующего.

В результате исследования влияния алифатического и циклоалифатического амина на реологические характеристики эпоксидного связующего были выявлены достоинства использования алифатических и циклоалифатических аминов для регулирования реологических характеристик эпоксидного связующего и установлены технологические особенности производства SMC-изделия в зависимости от типа применяемого амина.

Список литературы:

1. Сокольская М.К., Колосова А.С., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. Связующие для получения современных полимерных композиционных материалов // Фундаментальные исследования. – 2017. № 10. С. 290-295.

2. Чурсова Л.В., Гребенева Т.А., Панина Н.Н., Цыбин А.И. Полимерные связующие для композиционных материалов строительного назначения // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2015. №8. С. 13-17.

Стеклопластики на основе полипропиленов с улучшенными эксплуатационными характеристиками

Ларионов И.С., Балькаев Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.х.н. Амирова Л.М.
КНИТУ-КАИ, Казань
larionov_igor1999@mail.ru

Цель работы: Разработать способ модификации поверхности стекловолокна и получить композиции на основе гомо- и сополимеров пропилена и рубленых стекловолокон.

Создание новых конструкционных материалов с улучшенными свойствами необходимо для возможности проектирования новых сооружений и расширения условий их эксплуатации. Для улучшения характеристик изделий и конструкций в них вносят полимерные материалы, армированные непрерывными углеродными, стеклянными, базальтовыми, полимерными и другими волокнами. На протяжении многих лет в качестве полимерной матрицы используются термореактивные материалы. Однако многокомпонентность термореактивных связующих, их ограниченная жизнеспособность, длительность процесса отверждения, многостадийность процесса переработки, недостаточная воспроизводимость свойств материалов, сложность утилизации брака и отходов переработки, а также наличие растворителей при переработке стимулировали поиски использования в качестве связующих термопластичных материалов. Применение термопластичных матриц в составе композиционных материалов имеет ряд преимуществ: неограниченный срок хранения, отсутствие длительного процесса отверждения, возможность вторичной переработки, ремонтопригодность.

Среди полимеров общего назначения одними из важнейших как по объему производства, так и по комплексу высоких эксплуатационных свойств являются гомо- и сополимеры пропилена. Полипропилен представляет широко используемый в различных областях техники материал, а в частности армированные полипропилены играют важную роль в областях техники, использовавших ранее исключительно неполимерные материалы, в частности металлы. Одним из конкретных примеров армированных полипропиленов являются полипропилены, армированные стекловолокном. Такие материалы могут иметь заданные свойства композиции, благодаря выбору типа полипропилена, количества стекловолокон, а иногда за счет выбора типа используемого связующего агента. В России и зарубежных странах производиться более 200 марок полипропилена, и потребителям порой сложно

сориентироваться при выборе полимера для конкретных задач, что связано со скудностью паспортизованной информации. В связи с этим выбор марки полипропилена и армирующего наполнителя (стекловолокна), а также улучшение адгезии матрицы и волокна в композитах является актуальной задачей.

В данной работе проведен анализ реологических свойств ряда промышленных марок полипропилена и поверхности рубленых стекловолокон с целью разработки стеклопластиков с оптимальными теплофизическими свойствами. Изучен и проанализирован вклад модификации поверхности стекловолокон на эксплуатационные характеристики композитов, и на основе выявленных закономерностей предложен способ модификации поверхности стекловолокон с целью получения матрицы с регулируемыми теплофизическими и эксплуатационными свойствами.

Для решения поставленных задач использованы физико-химические методы исследований: дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), дилатометрия, инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия), оптическая и электронная микроскопия, физико-механические испытания.

Влияние ультрафиолетового облучения на физико-механические характеристики стеклопластиков, полученных методом намотки

Лукашов Н.И.
Научный руководитель — к.т.н. Корохин Р.А.
ФИЦ ХФ им. Н.Н. Семенова, Москва
n.lukashow@yandex.ru

Полимерные композиционных материалы (ПКМ) находят широкое применение в авиакосмической промышленности обусловлено высокой прочностью при низком удельном весе по отношению к материалам на основе металлов и сплавов. Недостатком таких материалом является зависимость от условий эксплуатации. Одной из основных причин ухудшения эксплуатационных свойств данных материалов во времени является действие ультрафиолетового (УФ) излучения.

Целью данной работы является изучение влияния длительного воздействия УФ излучения на физико-механические характеристики намоточных стеклопластиков.

Композиты были изготовлены на основе эпоксидной смолы Araldite LY 556 (100 масс. частей), отвердителя ИМТГФА (90 масс. частей) и ускорителя полимеризации 2-метилимидазола (0,2 масс. части). В качестве армирующего наполнителя использовалось стекловолокно с линейной плотностью 400 текс.

В данной работе армированные пластики получали мокрой намоткой по безрастворной технологии на стальные оправки (в случае, пластин и колец) и рамки (в случае микропластиков). Толщина колец и пластин была выбрана с учетом проникающей способностью ультрафиолетового излучения – 2 мм.

После намотки проводили отверждение по ступенчатому режиму: 90 °С в течение 9 часов, затем 120 °С в течение 12 часов.

Образцы подвергались воздействию ультрафиолетового излучения до 45 суток в камере, разработанной в ИХФ РАН. Длина волны УФ-излучения в камере составляла 253,7 нм, освещённость менялась от 300 до 1100 лк.

Исследования показали, что значительные изменения физико-механических характеристик ПКМ происходит в первые 30 суток облучения.

Самое значительное действие УФ излучение оказывает на трещиностойкость ПКМ (в ходе исследований трещиностойкость снизилась от 1,08 до 0,65 кДж/м², т.е. на 40%). В то же время прочность при растяжении снижалась с 2,39 до 2,13 ГПа (при этом, модуль упругости уменьшился на 35% или с 80 до 59 ГПа). Прочность при изгибе снизилась незначительно (от 1,61 до 1,40 ГПа). В тоже время, прочность при сжатии повышается, но тоже не сильно (от 500 до 600 МПа).

Поверхность образцов исследовали методом ИК-спектроскопии на ИК-Фурье спектрометре методом МНПВО. Изучение спектров показало увеличение количества кислородосодержащих групп на поверхности с течением времени облучения, что свидетельствует о протекании фотоокислительной деструкции.

Поскольку прочность при растяжении и изгибе изменились незначительно по отношению к трещиностойкости, можно считать, что УФ излучение в первую очередь оказывает влияние на свойства полимерной матрицы. Что подтверждается результатами ИК-спектроскопии.

Работа выполнена в рамках Государственного задания (№ АААА-А17-117040610309-0).

Влияние термической обработки на структуру и свойства плёнок из хитозана и его сополимера с олиголактидом и коллагеном

Лунёв И.В., Бирдибекова А.В., Попырина Т.Н.
Научный руководитель — к.х.н. Демина Т.С.
МАИ, Москва
igorpadgig@gmail.com

Одним из наиболее перспективных полимеров для формования материалов биомедицинского назначения является хитозан, а также его производные и сополимеры. Благодаря таким свойствам, как биосовместимость, способность к биодеградации и поддержке адгезии и роста животных клеток, хитозансодержащие материалы имеют потенциал для применения в качестве матриксов для регенеративной медицины. Основным методом получения материалов из хитозана является их формование из водных растворов, что приводит к необходимости их последующего перевода в нерастворимую форму. Для решения данной проблемы широкое распространение имеет использование различных сшивающих агентов, которые могут быть потенциально опасны при дальнейшем применении материалов в медицине. Поэтому исследование и оптимизация других экологически чистых методов сшивания, не требующих использования дополнительных химических реактивов, является одним важных направлений работ.

Целью данной работы является оценка влияния времени термообработки плёнок из хитозана и его амфифильного привитого сополимера с олиголактидом и коллагеном на изменение их физико-химических свойств, а также исследование изменения морфологии объема и поверхности. Образцы для исследования были получены методом полива 2% растворов хитозана и его сополимера с последующей сушкой при комнатной температуре в беспылевом шкафу. Термообработку проводили в термошкафу при температуре 150°С на протяжении 2 – 5 часов.

Термообработка пленок хитозана и его сополимера приводит к частичной потере растворимости. При увеличении времени термической обработки увеличивался процент нерастворимой фракции. Исследование морфологии объема/поверхности пленок с помощью оптической и сканирующей электронной микроскопии показало, что исходные пленки хитозана являются однородными, в то время как образцы из привитого сополимера характеризуются гетерогенной структурой, которая может быть связана с самоорганизацией амфифильных макромолекул в процессе испарения растворителя. Термическая обработка пленок из сополимера привела к изменению их морфологии, а в случае хитозана видимых изменений не наблюдалось.

Исследование формирования углеродной матрицы по разработанной технологии производства углерод-углеродных композиционных материалов многомерного армирования

Максимова Д.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Колесников С.А.
МАИ, Москва
dashka-leshka@mail.ru

К настоящему времени композиционные материалы успешно заменяют традиционные конструкционные материалы в элементах авиационной, ракетной и космической техники. В условиях воздействия высоких температур и высокоскоростных потоков более эффективно применять композиты, состоящие из углеродных компонентов (матрицы и наполнителя).

Процесс получения углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ) может занимать от нескольких дней до нескольких месяцев. На этот процесс, при большой его длительности, могут воздействовать различные факторы, влияющие на свойства конечного продукта, такие как: использование нескольких партий исходного сырья и единиц оборудования, сезонность.

В АО «НИИграфит» процесс производства многомерно армированных УУКМ, основанный на технологии изостатического формирования углеродной матрицы, занимает около 9 месяцев и является довольно трудоёмким и дорогостоящим. Однако он позволяет получать материалы с высокой термопрочностью и эрозионной стойкостью, которые находят применение в изделиях спецтехники. В тоже время актуальным остается вопрос по решению задачи снижения параметров трудоемкости и стоимости продукции при сохранении целевых характеристик материала.

Целью данной работы являлась разработка технологии производства объемно армированного УУКМ с более высокими характеристиками плотности и снижение трудоёмкости изготовления заготовок материала. В ходе работы были исследованы рентгеноструктурные показатели углеродной матрицы (межплоскостное расстояние d002, степень графитации g, размеры кристаллитов La и Lc) на различных этапах её формирования в процессе производства УУКМ. Получена зависимость открытой пористости от изменения плотности материала. Показано общее уменьшение трудоёмкости изготовления заготовок 4D-УУКМ по разработанной технологической схеме производства.

Проблематика разработки новых полимерных композиционных материалов

Максутова Н.К.
Научный руководитель — к.т.н. Ногачева Э.Р.
СамГТУ, Самара
neletschka1997@mail.ru

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) находят все больше применение в различных отраслях промышленности, в особенности это касается аэрокосмического кластера [1].

Прошедшая в ФГУП «ВИАМ» IV Всероссийской научно-технической конференции «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения» позволила сделать вывод, что одним из основных векторов технологического развития является создание высокотемпературных ПКМ с целью расширения сферы применения деталей и узлов из ПКМ в таких сложных системах, как например, самолёты и ракеты-носители.

В данном случае также подразумевается возможность замены деталей из металлических материалов на детали из ПКМ. В качестве заменяющих материалов можно рассматривать угленаполненные композиты. В силу очень высокой теплопроводности и высоких прочностных показателей углеволокна находят основное применение при изготовлении деталей космических кораблей, самолётов и ракет [2].

Однако разработчики новых ПКМ сталкиваются с определенными трудностями: дефицит качественного сырья, высокая стоимость импортных полуфабрикатов или вообще отсутствует возможность использования их для производства изделий для аэрокосмического кластера, высокая себестоимость производства изделий из новых ПКМ, и в качестве основного тормозящего фактора — отсутствие высококвалифицированных кадров из числа молодых специалистов.

Необходимо проводить работы в направлении решения этих проблем. Очень интересной в этом отношении является работа, проводимая в ФГБОУ ВО «СамГТУ» междисциплинарной проектной командой по тематике «Разработка композиционных материалов с уникальными свойствами, в том числе для аддитивных технологий». В рамках данной работы рассматривается возможность получения угленаполненного композита с характеристиками, сопоставимыми с алюминиевыми сплавами или сталями типа 12Х18Н10Т. Это позволит уменьшить зависимость от импортной сырьевой базы, даст бесценный опыт для молодых специалистов и увеличит номенклатуру работ, обеспечиваемых отечественной промышленностью.

Список литературы:

1. А.В. Кондратьев, В.А. Коваленко Обзор и анализ мировых тенденций и проблем расширения применения в агрегатах ракетно-космической техники полимерных композиционных материалов // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Выпуск 3 (67), 2011. – С. 7 – 18.

2. Исследования и разработки, обеспечивающие создание конкурентоспособных полимерных композиционных материалов на основе углеродного волокна [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.rusnanoforum.ru/Picture.aspx/Download/29308. — Загл. с экрана.

Изучение влияния термопластичных модификаторов на свойства эпоксидного связующего

Мубаракзянова Д.Д., Петрунина Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Магсумова А.Ф.
КНИТУ-КАИ, Казань
dalmubarak24@gmail.com

В настоящее время полимерные композиционные материалы находят все большее применение в области авиастроения и аэрокосмической промышленности. В связи с этим возрастают требования к их качеству. Поэтому создание новых материалов, отличающихся повышенной вязкостью разрушения, теплостойкостью, высокими показателями физико-механических характеристик является актуальным.

Термореактивные матрицы являются относительно хрупкими системами, так как имеют высокую степень сшивки, что ограничивает область их применения. Вследствие этого для повышения трещиностойкости полимерных матриц используют термопласты и эластомеры. В качестве добавок могут применяться полисульфоны, полиимиды, полиэфирсульфоны, поликарбонаты и многие другие. В нашей работе в качестве модификатора был выбран полисульфон. Он обладает не только повышенной ударной вязкостью, но и хорошей термостойкостью, высокими механическими характеристиками [1].

Целью данной работы является проведение исследований реологических и упруго-деформационных свойств эпоксидных связующих при их модификации полисульфонами. При введении полисульфона морфология полученной смеси зависит от концентрации термопласта [2]. Его содержание варьировали в широком диапазоне для получения наилучших эксплуатационных свойств изделия.

В настоящее время очень мало данных о динамических характеристиках создаваемых пленочных композиций в требуемом частотном и температурном диапазоне. Поэтому определение динамических механических характеристик создаваемых материалов является одной из актуальных задач.

В качестве объекта исследования были использованы высоковязкие эпоксидные смолы и полисульфон. Экспериментальные данные по вязкости были получены в виде графических зависимостей с помощью реометра DHR2. На основе этих данных рассмотрели применение принципа температурно-временной суперпозиции для расширения диапазона частот в экспериментальном определении модуля упругости образцов [3]. Также исследовали зависимость температуры стеклования от введения модификатора. Были проведены обработка и анализ результатов.

Список литературы:

1. H.J. Carrillo-Escalante, A. Álvarez-Castillo, A. Valadez-González and P. J. Herrera-Franco. Effect of fiber-matrix adhesion on the fracture behavior of a carbon fiber reinforced thermoplastic-modified epoxy matrix. — Carbon Letters. -2016. — V. 19. – P. 47-56.

2. Zeyu Sun, Lei Xu, Zhengguo Chen, Yuhao Wang, Rogers Tusiime, Chao Cheng, Shuai Zhou, Yong Liu, Muhuo Yu and Hui Zhang. Enhancing the Mechanical and Thermal Properties of Epoxy Resin via Blending with Thermoplastic Polysulfone. – Polymers. – 2019. – V 11.

3. C. Pattamaprom & R.G. Larson. Determining polymer molecular weight distributions from rheological properties using the dual-constraint model. – J.Rheologica Acta. – 2008. — P. 689-700.

Изготовление РКЦК из ПКМ на рабочую температуру до 300 °С с лопаточными элементами на основе объемно-армированной тканой преформы и системой эрозионностойкой защиты

Начаркина А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Колобков А.С.
ФГУП ВИАМ, Москва
galya21022010@mail.ru

Создание прорывных продуктов гражданской авиации, включая проект создания вертолётного двигателя нового поколения, должно базироваться на развитии в России разработок в области отечественных материалов, энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий их производства и переработки. Для создания вертолётных двигателей нового поколения особенно остро в условиях зарубежных санкций в настоящий момент стоит проблема внедрения новых материалов, полуфабрикатов, разработанных из сырья отечественного производства и технологий изготовления изделий из них.

Авиационная отрасль предъявляет жесткие требования к весовым и удельным характеристикам узлов и воздушного судна в целом, в том числе, и к массе силовых установок. Снижение массы силовой установки может быть достигнуто путем использования композиционных материалов, а также новых конструктивных решений, позволяющих эффективно использовать уникальные свойства армированных материалов. Так, для вертолётных двигателей третьего поколения с целью повышения их весовой эффективности ставится задача по замене рабочего колеса центробежного компрессора (РКЦК), выполненного из титанового сплава, на РКЦК из полимерных композиционных материалов (ПКМ).

При использовании технологии изготовления РКЦК на основе термостойкого термореактивного связующего и углеродных наполнителей с рабочими температурами до 300°С вырастет экономия материальных средств, а также снизятся затраты на изготовление и эксплуатацию.

В обеспечение требований к материалам авиационного назначения, во ФГУП «ВИАМ» в 2018-2019 гг. была успешно проведена опытно-технологическая работа по созданию элементов РКЦК из углепластика на рабочую температуру до 300°С взамен титановых, применяемых в настоящее время. Разработанное РКЦК планируется к применению в составе перспективного вертолётного двигателя нового поколения, что обеспечит снижение на 20-35% веса элементов конструкций и снизит трудоёмкость его изготовления в 1,5-2 раза.

При проведении работы были решены следующие задачи:

• Оптимизация конструктивно-технологического облика РКЦК из ПКМ и разработка требований к материалам РКЦК;

• Разработка состава и технологии изготовления углепластика на основе объёмно-армированной преформы ортогонального типа плетения и термостойкого термореактивного связующего с рабочий температурой до 300□С (марка ВКУ-38ТП) и проведение его общей квалификации;

• Разработка технологии изготовления лопаток рабочего колеса центробежного компрессора из углепластика марки ВКУ-38ТП;

• Разработка технологии сборки РКЦК из ПКМ;

• Разработка технологии нанесения эрозионностойкого покрытия на РКЦК из ПКМ;

• Изготовление составных элементов и испытание РКЦК из ПКМ.

В ходе проведения испытаний РКЦК из ПКМ было выявлено, что геометрические размеры конструкции РКЦК при воздействии рабочих температур остаются стабильными (в пределах заложенных отклонений), а эрозионностойкое покрытие, нанесенное на РКЦК защищает от воздействия твёрдых (пылевых) частиц, что обеспечивает более длительный срок службы РКЦК из ПКМ.

В настоящее время планируются опытно-конструкторские работы вместе с АО «ОДК-Климов» по внедрению разработанного РКЦК из ПКМ в конструкцию перспективного двигателя скоростного вертолёта.

Разработка проекта изготовления углепластиковой бленды системы оптико-электронного наблюдения автоматического космического аппарата

Омельченко В.В., Плаксина Л.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Чесноков А.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
omel94@list.ru

Изделие «бленда» представляет собой оболочку с ребрами, усиленную шпангоутами по торцам: места дальнейшего крепления ЭВТИ, установки титановых кронштейнов, перемычки для снятия электростатического заряда, а также по месту установки бленды на верхнюю торцевую панель КА.

Целями данного проекта являются:

• Снижение массы изделия «бленда» и КА в целом

• Увеличение срока активного существования КА на низкой орбите

• Определение перспектив предлагаемой технологии

Назначение изделия «бленда»:

• Обеспечение обзора в заданном широтном и угловом диапазоне;

• Защита оптических приборов и аппаратуры КА от воздействия солнечной радиации, загрязнения продуктами сгорания и продуктов абляции материалов с поверхности спутника.

Требования, предъявляемые к изделию «бленда»:

• Масса изделия не более 4,3 кг;

• Термическая деформация по оси изделия в пределах 0,6 мм в процессе эксплуатации КА и при наземной юстировке. Выполнение требований обеспечивается выбором материалов конструкции бленды и технологии её изготовления.

Выбор материалов и покрытий для составных частей космического аппарата осуществлялся в соответствии с определяющими условиями эксплуатации космического аппарата в составе изделия. При этом учитываются конструкционно-технологические и физико-механические свойства материалов и покрытий, позволяющие оценить, как возможность изготовления из них узлов, агрегатов и других составных частей аппарата, так и обеспечения требуемого срока службы изделия в натурных условиях с учётом производственного цикла его изготовления, испытания, хранения и эксплуатации.

Согласно проведенным исследованиям, использование композитных материалов является более рациональным решением, так как композиционные материалы на основе углеродных наполнителей (лент, жгутов, рубленного волокна) имеют высокие удельные характеристики прочности и жесткости при минимальном коэффициенте линейного термического расширения, что обеспечивает конструкциям из них высокую стабильность геометрии в процессе эксплуатации в условиях космического пространства.

Список литературы:

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 Т. — М.: Машиностроение, 1992.
2. Балабух Л.И., Алфутов Н.А., Усюкин В.И. Строительная механика ракет. — М.: Высшая школа, 1984. — 391с.
3. Безопасность производственных процессов: справочник. Под ред. Белова С.В. – М.: Машиностроение, 1985. – 448с.
4. Тарасов В.А., Кашуба Л.А. Теоретические основы технологии ракетостроения. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.
5. РД 153-34.0-20.525-00. Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок.
6. Справочник «Авиационные материалы». Том 9. Клеи, герметики, резиновые и уплотнительные материалы, жидкости для гидросистем. Под ред. А.Т. Туманова. М.: ОНТИ, 1973, 384 с.
7. Сабельников В.В. Расчет режимов механической обработки труднообрабатываемых материалов. Учебное пособие к выполнению проекта по курсу «Спецтехнология». М.: Изд-во МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1985, 60 с., ил.

Бензоксазины — новый вид перспективных фенолформальдегидных связующих широкого спектра применений

Орлов А.В., Кузнецова И.О., Баторова Ю.А.
Научный руководитель — к.х.н. Гребенева Т.А.
АО «Препрег-СКМ», Москва
a.orlov@umatex.com

В настоящее время, большую часть рынка термореактивных связующих занимает обширный класс соединений – эпоксидные смолы (ЭС) (по последним экономическим анализам доля ЭС на рынке составила 85 % от числа всех используемых термореактивных связующих.). Своё широкое и повсеместное применение эпоксидные смолы получили благодаря уникальному набору эксплуатационных характеристик, которые возможно регулировать в зависимости от назначения и целей использования. К достоинствам и преимуществам ЭС относятся: прекрасные тепло- и термостойкость, низкая усадка при отверждении (относительно фенолформальдегидных смол), хим- и светостойкость, прекрасные диэлектрические свойства, низкое влагонасыщение, коррозионная стойкость, высокие показатели комплекса физико-механических характеристик, возможность отверждения в широком диапазоне температур, высокая адгезия к большинству материалов и прекрасная совместимость с наполнителями различных типов. Все эти преимущества позволили эпоксидным смолам занять свою нишу в таких отраслях и сферах деятельности человека, как самолёто-, машино- и судостроение, космическая промышленность, железнодорожный транспорт, спортинвентарь, лакокрасочная промышленность, строительство и многое другое. Не смотря на вышеперечисленные свойства эпоксидных смол, они, также, обладают и рядом существенных недостатков, таких как: высокая горючесть с выделением большого количества токсичных продуктов сгорания и низкая стойкость к горению, наличие в своём составе галогенов, как остаточного омыляемого хлора, так и в структуре непосредственно самого эпоксидного мономера (олигомера), неэкологичный способ производства, вредность в неотверждённом состоянии и использование в качестве отвердителей высокотоксичных веществ.

Ввиду вышесказанного, актуальным вопросом для изучения является поиск и синтез соединений, по возможности превосходящих по своим свойствам в отверждённом состоянии ЭС и при отсутствии их недостатков в неотвержденном виде, переходящих в неплавкое и нерастворимое состоянии под действием низко- или нетоксичных веществ, или под действием температуры, УФ облучения и других воздействий физического характера.

В последние десятилетия ученые всего мира уделяют не мало внимания изучению одному из молодых классов термореактивных соединений – бензоксазинам. По своей сути бензоксазины позиционируют как новый тип фенолформальдегидных смол, лишённый всех недостатков последних. К преимуществам бензоксазинов можно отнести: самоотверждением под действием температур без введения отвердителя (термическая полимеризация), высокие показатели тепло- и термостойкости, пониженная и низкая горючесть, высокая стойкость к горению (относительно эпоксидных смол; находятся выше или на уровне производимых промышленностью фенол-формальдегидных смол), хим- и светостойкость, высокие показатели комплекса физико-механических характеристик (являются высокомодульными связующими), прекрасные диэлектрические свойства, низкое влагонасыщение (ниже, чем у ЭС). Благодаря гибкому молекулярному дизайну предоставляется практически неограниченная возможность модификации молекулярной структуры бензоксазинов, необходимой для улучшения технологических и эксплуатационных свойств. Прекрасная совместимость со всеми известными видами термореактивных смол и многих соединений позволяет улучшать те или иные свойства в ещё большем диапазоне значений под конкретные цели и задачи. Особенно стоит отметить низкую горючесть, высокую стойкость к горению и низкую токсичность продуктов горения отвержденных композиций, полученных на основе даже базовых бензоксазиновых компонентов. Ввиду этого исключается необходимость введения в состав композиций антипиренов как аддитивного (карбонат кальция, порошок из перламутра, диоксида кремния, оксида титана и оксида алюминия), так и реактивного (DOPO) типа, упрощая тем самым процесс производства изделий, минуя стадии диспергирования или химического совмещения, введения стабилизаторов и т.д. Вышеописанные достоинства отлично подходят к общему направлению тенденций «Зеленой химии». Из всего сказанного следует вывод: бензоксазины не панацея от все «болезней» термореактивных связующих, но очень перспективный класс соединений, требующий тщательного изучения и постепенного внедрения во все сферы деятельности человека, с целью повышения экологичности, пожаробезопасности используемых материалов и качества жизни.

Список литературы:

1. Ishida H., Froimowicz P. Advanced and Emerging Polybenzoxazine Science and Technology. Elsevier. 2017.

2. Ishida H., Agag T.,Handbook of Benzoxazine Resins. Elsevier. 2011.

Разработка пленочного связующего авиационного назначения на основе эпоксидных полимеров с добавлением термопласта

Петрунина Е.С., Мубаракзянова Д.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Магсумова А.Ф.
КНИТУ-КАИ, Казань
e-petrunina96@mail.ru

На сегодняшний день полимерные композиционные материалы широко используются и играют немаловажную роль в военном, гражданском авиастроении и космической промышленности за счет повышенных механических характеристик и малого веса, благодаря чему улучшается экономическая эффективность. Однако известно, что сфера применения композита ограничивается характеристиками его полимерной матрицы. Поэтому работы, направленные на разработку связующего с улучшенным комплексом свойств: термостойкости, прочности, ударной вязкости, будут являться актуальными на протяжении долгого времени [1].

Интересными для рассмотрения являются связующие в виде пленки. Следует отметить, что применение пленочного связующего имеет значительные преимущества: за счет пропитки в поперечном направлении позволяет экономить время, что немаловажно для производственного процесса, а также позволяет минимизировать непропитанные зоны в деталях [2].

На первом этапе стояла задача по разработке смесевых композиций для пленочных связующих на основе высоковязких эпоксидных смол. Были получены образцы смесей различных марок с разным соотношением и исследованы их реологические свойства. Результаты полученных данных представлены в работе [3]. Также были исследованы температуры стеклования образцов в неотвержденном состоянии.

Далее с целью повышения ударостойких характеристик в состав смеси было принято ввести модификатор. В настоящее время активно ведутся работы по внедрению таких термопластичных добавок, как полисульфон и полиэфирсульфон. Как правило, модификатор вводят до 20% от массы смеси, так как он существенно повышает вязкость, а также влияет на морфологию состава. На последнее значительное влияние оказывает такой технологический параметр, как температура отверждения [1].

На основании полученных нами экспериментальных данных и существующих разработок других авторов был оптимизирован состав пленочной композиции из высоковязких эпоксидов и термопластичного модификатора. Были исследованы реологические свойства составов в широком температурном диапазоне. А также проведены исследования температуры стеклования и ударной вязкости отвержденных связующих.

Работа выполнялась при финансовой поддержке АО «ОДК» (научная стипендия).

Список литературы:

1. Poynton G. Multi-component epoxy resin formulation for high temperature applications. A thesis submitted to The University of Manchester for the degree of Doctor of Philosophy in the Faculty of Engineering and Physical Sciences. 2014. 277 с.

2. Нелюб В.А. Применение прямых методов формования при произволстве крупногабаритных деталей из стеклопластиков // Нелюб В.А., Гращенков Д.В., Коган Д.И., Соколов И.А. – Ж. Химическая технология. – 2012. – Т. 13, N 12. – С. 735-739.

3. Е.С. Петрунина. Разработка связующего в виде пленки для изготовления изделий, применяемых в авиационной промышленности // Е.С. Петрунина, А.А. Ахматова, Д.Д. Мубаракзянова, А.Ф. Магсумова – Молодежь. Техника. Космос: труды X Общероссийской молодежной науч.-техн. конф. Т. 1/ Балт. гос. техн. ун-т. – СПб.; 2018. – С. 267-269.

Магнитные свойства аморфных ферромагнитных микропроводов, получаемых методом Тейлора-Улитовского

Пещерская М.А.
Научный руководитель — к.т.н. Жукова С.А.
МАИ, Москва
kints95@mail.ru

Метод Тейлора-Улитовского позволяет производить аморфные ферромагнитные микропровода (АФМ) с металлической жилой диаметром ~ 5 – 50 мкм, покрытой тонкой стеклянной оболочкой толщиной 1 – 5 мкм. Для этого заранее приготовленный сплав помещается в запаянную с одного конца стеклянную трубку. Металл в стеклянной трубке разогревается магнитным полем высокой частоты до температуры ~1300 °С. Тепло, исходящее от металла, нагревает стекло, образующее тонкий капилляр, который заполняется расплавленным металлом. Далее из заполненного металлом капилляра вытяжкой формируют микропровод, проходящий через охлаждающую зону, представляющую собой поток воды. При этом скорость охлаждения, требуемая для обеспечения аморфной микроструктуры жилы провода, составляет 105 – 106 К/с. При таких больших скоростях охлаждения и в связи с различием механических характеристик стекла и металла в получаемом микропроводе создаются значительные внутренние механические напряжения (закалочные напряжения). В

процессе получения микроструктура микропровода контролируется путем подбора аморфизаторов, интенсивностью охлаждения, природой охлаждающей жидкости, положением охлаждающего потока, временем охлаждения в потоке жидкости и температурой перегретого металла. Изготовленные аморфные ферромагнитные микропровода в стеклянной оболочке отличаются малым изменением свойств по длине и малой линейной плотностью дефектов и обладают особыми магнитными свойствами, обусловленными составом их жилы и наличием закалочных напряжений.

Целью данной работы являлось изучение магнитных свойств микропроводов состава Co67Fe3.85Ni1.45B11.5Si14.5Mo1.7, полученных методом Тейлора-Улитовского с различными диаметрами металлической жилы и толщинами стеклянной оболочки. Исследования рассматриваемых АФМ показали, что они обладают относительно малыми площадями гистерезисных петель, что связано с малым значением коэрцитивной силы HC. Величина амплитуды значения магнитного недиагонального импеданса АФМ пропорциональна амплитуде значения намагниченности насыщения. Величина намагниченности насыщения, в свою очередь, имеет зависимость от диаметра металлической жилы АФМ.

Влияние многократной термической обработки на адгезионную прочность в системе матрица-волокно и физико-механические свойства однонаправленного эпоксидного стеклопластика

Путилина П.М.
Научный руководитель — д.ф.-м.н. Горбаткина Ю.А.
РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва
ppolina97@mail.ru

Метод намотки широко применяется для получения толстостенных армированных конструкций. Для уменьшения вероятности появления дефектов используется послойное отверждение. Оно включает в себя многократный нагрев изделия до температуры отверждения связующего, выдержку его при этой температуре и охлаждение до температуры хранения. Такая термообработка способна повлиять на прочность межфазной границы, что может отразиться на эксплуатационных характеристиках композита. Вопрос о влиянии циклического отверждения на изменение прочности сцепления в системе «матрица–волокно» рассматривался ранее только для одной из адгезионных пар [1]. Было установлено, что подобная термообработка ведет к снижению прочности межфазной границы. Данные о том, как она отражается на физико-механических свойствах армированного пластика, в литературе отсутствуют.

Цель работы – исследование влияния многократного отверждения на адгезионную прочность другой системы «эпоксидная матрица – волокно» и на физико-механические свойства однонаправленного эпоксидного стеклопластика (СП).

Объектом исследования служила эпоксидная смола ЭД-20, отверждённая триэтаноламинотитанатом (ТЭАТ). Стандартный режим отверждения связующего – 160°С — 8 часов. Этот режим использовался при изготовлении образцов для определения адгезионной прочности и физико-механических свойств СП. Отверждённые образцы были дополнительно термообработаны от 3 до 15 раз по тому же режиму. Адгезионную прочность определяли методом pull-out на модельных образцах со стальной проволокой (d = 150 мкм) в качестве подложки. Образцы армированного пластика в виде колец были получены методом мокрой намотки. В качестве армирующего наполнителя для однонаправленного композиционного материала было использовано стеклянное волокно РВМН-10-420-80. Для стеклопластика определяли прочность при сдвиге по трёхточечной схеме нагружения, трещиностойкость при расслаивании двухконсольной балки и динамический модуль упругости.

Адгезионная прочность образцов, прошедших 5 циклов многократного отверждения, заметно снизилась по сравнению с контрольными образцами, отвержденными однократно. С

увеличением числа циклов до 15 снижение межфазной прочности также увеличилось, максимальное падение составило около 30%.

На снижение прочности межфазной границы может влиять действие остаточных напряжений и термоокислительной деструкции. Для оценки роли термоокислительной деструкции образцы прогрели при 160°С в течение 120 часов, т.е. они находились при этой температуре столько же времени, сколько при максимальном (15) числе циклов. Также была проведена циклическая термообработка образцов в области T < Tc связующего: соединения были прогреты 15 раз при 90°С в течение 1 часа. При данной температуре изменение межфазной прочности может происходить только за счет действия остаточных напряжений, т.к. практически отсутствует влияние термической деструкции.

Разрушение адгезионного соединения происходит, когда сумма значений приложенной нагрузки и остаточных напряжений превышает значение локальной адгезионной прочности. При проведении многократной термообработки внешняя нагрузка отсутствует, и межфазная прочность снижается только под действием остаточных напряжений. Наибольшее снижение адгезионной прочности произошло после циклического отверждения, наименьшее – после циклической термообработки в области T < Tc матрицы. Таким образом, действие остаточных напряжений выражено наиболее сильно при переходе связующего из стеклообразного состояния в высокоэластическое. С увеличением числа циклов многократного отверждения падение прочности межфазной границы также возрастает. Это свидетельствует о том, что результаты действия остаточных напряжений накапливаются в системе.

Как известно, изменение адгезионной прочности может изменять свойства однонаправленных композитных материалов, изготовленных из этих компонентов. Однако в исследованном случае оказалось, что характеристики СП не зависят от прочности сцепления: после 15 циклов многократного отверждения они практически не изменились.

Подобные результаты можно объяснить следующим образом. Оценка адгезионной прочности проводилась на модельных образцах с металлической проволокой, в композитном материале же в качестве армирующего материала использовалось стеклянное волокно. Взаимодействие на границе раздела в эпоксидном стеклопластике могло быть достаточно сильным, чтобы привести к когезионному разрушению и, соответственно, к неизменным значениям сдвиговой прочности. Таким образом, в модельных образцах разрушение происходило по границе раздела, а в однонаправленном композите — вероятнее всего, по матрице.

Для более точной трактовки полученных зависимостей необходимы дальнейшие исследования в этом направлении.

Работа выполнена в рамках Государственного задания (№ АААА-А17-117040610309-0).

Список литературы:

1. Ю.А. Горбаткина, В.Г. Иванова-Мумжиева, В.И. Солодилов. Влияние многократного отверждения на прочность границы раздела волокно-матрица. Клеи, герметики, технологии, 2018. №11, с. 6-10

Влияние технического углерода специальных марок и нанотрубок на электрофизические свойства полиэтиленов и композиционных материалов на их основе

Рагушина М.Д.
Научный руководитель — д.х.н. Калугина Е.В.
РТУ МИРЭА, Москва
mari_denisovna@mail.ru

Абсолютное большинство полимерных материалов являются диэлектриками, а введение в полимерную матрицу наполнителей, волокон или антистатических поверхностно-активных добавок приводит к получению полимерных композиционных материалов (ПКМ) с иными в отличии от матрицы свойствами, в том числе и электрофизическими. Учитывая тот факт, что эффективный электропроводящий наполнитель должен быть распределен в матрице полимера

в виде связанных между собой цепочек контактирующего наполнителя, для получения ПКМ с высоким значением электропроводимости в полимерную матрицу необходимо вводить значительное количество дисперсного наполнителя или использовать тонкие металлические, углеродные волокна или нанотрубки. Однако большое количество дисперсного наполнителя может негативно повлиять на механические свойства готовых изделий, а анизотропность ПКМ содержащих частицы фибриллярной формы требует высокого уровня контроля свойств. Использование ПКМ приводит к большим преимуществам: увеличение прочности получаемых из них деталей, легкость, стойкость к коррозии и др., и постоянное расширение рынка ПКМ поддерживает актуальность их изучения.

Целью данной работы было получение электропроводящих композиций на основе полимерной матрицы из ПЭ с использованием 20% масс. специальных марок сажи ф. ОмскКарбонГрупп: OMCARB CH210, OMCARB CH85, OMCARB C140 и 0,4% масс. нанотрубок — TUBALL Matrix 801 ф. OCSIAL. В работе провели сравнительную оценку электрических, теплофизических и физико-механических характеристик ПКМ. Содержание электропроводящего наполнителя в полученных ПКМ контролировали методом термогравиметрического анализа ТГА в соответствии с ГОСТ IEC 60811-4-1-2011. Измерения удельного объемного и поверхностного электрического сопротивления композиций, в соответствии с ГОСТ 6433.2, показали увеличение проводимости композиций, содержащих CH85, C140 и CH210 (удельное объемное сопротивление: 6,8x101, 2,6x102 и 2,7x102 Ом/м, соответственно), а введение одностенных углеродных нанотрубок TUBALL Matrix 801, в рекомендуемой производителем концентрации, приводит к уменьшению только поверхностного удельного сопротивления до 2,7*108. В результате определения механических свойств было выявлено незначительно снижение прочностных характеристик саженаполненных ПКМ, а в композициях с нанотрубками показатель относительного удлинения снизился в 11,5 раз. Методом ДСК определили значения характеристических температур (ГОСТ Р 56724) и степень стойкости образцов к термоокислительной деструкции (ГОСТ Р 56756). Изменение вязкости полимерной матрицы оценивали в соответствии с ГОСТ 11645 по показателю текучести расплавов.

Методика оценки эффекта памяти формы в полимерных композиционных материалах для актюаторов в составе космических трансформируемых конструкций

Родионова А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Козлов Н.А.
МАИ, Москва
aastronavt@mail.ru

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) с термостимулируемым эффектом памяти формы (ТС ЭПФ) широко используются в аэрокосмической технике для создания трансформируемых конструкций различного назначения. В частности, они используются для изготовления актюаторов (исполнительных механизмов) в таких сложных конструкциях, как панели солнечных батарей, параболические антенны, миниспутники.

Цель работы состояла в отработке ускоренной методики и оценки с её помощью проявления ЭПФ в ПКМ с её помощью метода динамического механического анализа (ДМА) при вынужденных колебаниях. Возможность использования в методе ДМА образцов ПКМ малых размеров с минимальным прогибом позволяет значительно ускорить контроль изменения, восстановления и фиксирования их формы, что, в свою очередь, ускоряет и облегчает выбор составов материалов, условий и эффективности проявления ЭПФ в них.

В качестве объектов исследования использовали ПКМ на основе полимерной матрицы из эпоксифенольного связующего ЭНФБ с модифицирующими добавками полиэфируретана (ПЭУ) и армирующего волокнистого наполнителя углеродной ткани марки УРАЛ ТР3/2-15 ЭХО с объёмной долей волокон = 45%. Образцы изготавливали методом прямого прессования. Образцы представляли три плоские пластины размерами 46×11×1,5 мм.

Исследование проявления ЭПФ в ПКМ проводили методом ДМА на установке NETZSCH DMA 242 в три этапа. На первом этапе определяли температурные переходы (Тс -температура стеклования и Твэ – температура высокоэластического состояния) в ПКМ используя динамические термомеханические кривые (ТМК) в виде температурных зависимостей динамического модуля упругости и тангенса угла механических потерь получали в одноконсольном режиме при выбранной частоте (1 Гц), амплитуде колебаний (30 мкм) и скорости нагревания (5ºС/мин) в термопечи в диапазоне температур от комнатной до 120ºС. На втором и третьем этапе определяли деформационно-силовые параметры ТС ЭПФ в ПКМ. Для начала образец нагревали в термопечи установки ДМА до 120ºС с заданной скоростью и затем нагружали методом трехточечного изгиба в режиме релаксации заданной нагрузки (до 12 Н) с постоянным минимальным усилием прижатия индентора к образцу (0,05 Н), при этом образец деформировали на заданную величину прогиба ΔL (порядка 4 мм), и измеряли усилие деформирования (Fд) образца. По Fд и геометрическим параметрам образцов рассчитывали нормальные напряжения в ПКМ по формуле:

σ=3Fl/(2bh^2),

где l – расстояние между опорами, b, h – ширина и толщина образца соответственно. Деформированный образец для фиксации формы охлаждали до комнатной температуры без снятия нагрузки.

Далее охлажденный образец в деформированном состоянии по завершении этапа 2 разгружали и затем вновь нагревали с заданной скоростью до температуры выше Тс и выдерживали при этой температуре для самопроизвольного восстановления формы о котором судили по прекращению изменения величины прогиба ΔL. При этом записывали кинетику изменения усилия, развиваемого при восстановлении (Fв), и прогиба ΔL образца во время нагрева и при постоянной Т.

По данным об изменении величины прогиба при нагревании и выдержке при температуре выше Тс рассчитывали степень восстановления формы образца R:

R=ΔLв/ΔLд

где ΔLд – величина наибольшего прогиба, заданная при охлаждении образца на этапе 2; ΔLв – изменение величины прогиба при нагревании образца.

В результате проведенных исследований на первом этапе по ТМК определили Тс и Твэ как точки пересечения касательных к кривой Е'. Для ПКМ, отверждённых при 120ºС, Тс и Твэ составляли 40,5 и 70,4 ºС, а для образцов отверждённых при 140ºС значения достигали 61 и 87,8ºС, соответственно. На 2-м и 3-м этапах оценили напряжение деформирования образцов отвержденных при 120ºС, которое составило 9,1 кПа, а напряжение восстановления формы этих же образцов равно 2,8 кПа при степени восстановления формы — 70%.

Зависимость остаточных напряжений в тонких плёнках нитрида кремния от мощности ВЧ-разряда при их нанесении методом низкотемпературного плазмохимического осаждения из газовой фазы

Рубцов И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бабаевский П.Г.
МАИ, Москва
IlyaRubik@mail.ru

В настоящее время в производстве МЭМС и НЭМС весьма остро стоит вопрос разработки низкотемпературных методов, позволяющих получать тонкие высококачественные плёнки различного функционального назначения на основе диэлектрических материалов. Главным достоинством тонких плёнок нитрида кремния, определяющим их применимость в конструкционных элементах МЭМС и НЭМС, является их высокий модуль упругости в совокупности с низким уровнем остаточных напряжений.

Остаточные напряжения формируются в процессе осаждения тонких плёнок нитрида кремния и приводят к деформации конструкционных элементов после травления жертвенного слоя, что существенно сказывается на процессах изготовления и эксплуатации МЭМС и

НЭМС на основе тонких плёнок нитрида кремния. Получение тонких плёнок нитрида кремния высокотемпературными методами неразрывно связано с образованием и развитием в них структурных дефектов, а также термической деформацией подложек, что может приводить к снижению выхода годных изделий. В связи с этим всё большее распространение получают установки, реализующие низкотемпературный процесс плазмохимического осаждения из газовой фазы (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD).

Но метод PECVD обладает рядом существенных недостатков. Нахождение оптимального режима проведения процесса PECVD затруднительно из-за сильной зависимости технологических параметров не только от геометрических особенностей реактора установки, но также и друг от друга. В процессе плазмохимического осаждения поверхности подвергаются бомбардировке высокоэнергетическими частицами, что приводит к образованию в них радиационных дефектов. Состав получаемых плёнок нитрида кремния в большинстве случаев не соответствует стехиометрическому соотношению Si:N = 3:4. Перечисленные недостатки удаётся частично избежать благодаря оптимизации значений основных параметров процесса PECVD в ходе экспериментов.

В качестве объектов исследования в данной работе выступали плёнки нитрида кремния толщиной 200 нм. Плёнки формировались методом PECVD на поверхности жертвенного слоя на основе полиимида, который, в свою очередь, был нанесён на пластину монокристаллического кремния. В качестве основы для получения нитрида кремния использовалась газовая смесь SiH4(95%Ar)-NH3-N2 с отношением NH3:SiH4 равным 1,8. Температура во время проведения процесса поддерживалась на уровне 150°C. Мощность ВЧ-разряда изменялась в пределах от 60 до 140 Вт. Из полученных слоёв нитрида кремния методами оптической фотолитографии формировались двухконсольные балочные структуры. После вытравливания из-под балочных структур жертвенного слоя происходила их деформация. Измерение уровня деформации балок проводилось при нормальных условиях при помощи оптического профилометра и позволяло оценить изменение остаточных напряжений в тонких плёнках нитрида кремния.

В работе определена зависимость уровня деформаций балочных элементов от изменения мощности ВЧ-разряда при формировании плёнки нитрида кремния.

Было показано, что при уменьшении мощности ВЧ-разряда при формировании тонких плёнок нитрида кремния на 80 Вт происходит уменьшение уровня деформации балочных элементов на 40%. Данный эффект может происходить за счёт уменьшения термических и структурных остаточных напряжений, так как фазовые и физико-химические остаточные напряжения при формировании нитрида кремния методом PECVD при таких низких температурах не возникают.

Для определения природы остаточных напряжений было проведено измерение уровня деформации балочных элементов при их нагреве вплоть до температуры их формирования (150°C). При этом наблюдалось увеличение уровня деформаций, что говорит о незначительности вклада термических остаточных напряжений, возникающих вследствие разницы температурного коэффициента расширения (ТКР) между плёнкой нитрида кремния и материалом подложки, на поверхность которой он был осаждён. Это может объясняться тем, что при такой малой толщине жертвенный слой на основе полиимида не претерпевает должного расширения при его нагреве и соответствует расширению кремниевой подложки, чей ТКР сопоставим с ТКР нитрида кремния.

Таким образом уменьшение уровня деформации балочных элементов при уменьшении мощности ВЧ-разряда стимулирующего осаждение нитрида кремния на подложку может быть объяснено меньшим количеством структурных дефектов, возникающих в плёнке.

Углепластики на основе полиимидных связующих: перспективы развития (обзор)

Рыбникова А.Н.
Научный руководитель — к.т.н. Гуняева А.Г.
ФГУП ВИАМ, Москва
elka512@mail.ru

Непрерывное развитие авиационной промышленности создает потребность в применении новых материалов с усовершенствованными свойствами для высокотехнологичных изделий. Необходимым становится не только доведение до предельно возможных значений показателей эксплуатационных характеристик материалов, но и обеспечение высокого уровня их сохранения в наиболее широком температурном интервале, применительно для конструкций, работающих в условиях повышенных температур.

Создание перспективной авиационной техники, в том числе современные тенденции в области создания новых двигательных установок, подразумевают расширение областей применения полимерных композиционных материалов и соответственно требует разработки новых конструкционных ПКМ, обладающих высокой прочностью, пониженной пористостью, обеспечивающих достижение максимального уровня сохранения прочностных характеристик при работе в условиях повышенных температур и воздействии эксплуатационных факторов, например, в конструкции теплонагруженных элементов мотогондолы и холодного контура двигателя, а так же панелей газогенератора.

Для создания высокотемпературных ПКМ используют полимерные матрицы гетероциклического строения, обеспечивающие стойкость к воздействию температур более 200°С, наиболее распространенными классами которых являются бензоксазины, циановые эфиры, бисмалеинимиды, полиимиды, фталонитрилы [2].

Полиимиды — класс высокотермостойких полимеров гетероциклического строения, отличающихся высокими физико-химическими показателями, радиационной и химической стойкостью, хорошей термостабильностью в интервале температур от -150 до +350°С, а также относительно невысокой стоимостью исходных компонентов [1].

Наиболее распространенные в промышленности полиимидные связующие условно можно разделить на три типа:

• Имидообразующая смесь компонентов, которая при отверждении образующая полиимид линейного строения;

• Имидообразующая смесь компонентов с реакционноспособными концевыми группами, которая при отверждении образует полиимиды сетчатого строения (PMR-составы);

• Циклизованные олигоимиды с реакционноспособными концевыми группами, при отверждении образующие полиимиды сетчатого строения (PETI-полиимиды).

В России разработками в области полимерных композиционных материалов на основе полиимидных связующих активно занимаются с середины 1970-х гг. ФГУП «ВИАМ» обладает многолетним опытом по созданию композиционных материалов – в частности, высокотемпературных конструкционных углепластиков на основе термореактивного полиимидного связующего СП-97 [2]. Были разработаны углепластики марок КМУ-2ЛП и ВКУ-21, предназначенные для работы при температурах до 300°С. Однако связующее СП-97 отверждается с выделением большого количества низкомолекулярных продуктов вследствие одновременно протекающих процессов удаления растворителя, имидизации и структурирования. Это приводит к тому, что углепластик получается с повышенной пористостью и дефектной границей раздела полимерная матрица-волокно. Кроме того, невозможность полного удаления амидного растворителя, имеющего температуру кипения свыше 200°С, так же приводит к дополнительной пористости материала. В результате высокой пористости углепластик КМУ-2ЛП имеет низкий уровень механических характеристик, особенно при сдвиге, сжатии, малоцикловой усталости [3].

В связи с повышением требований, предъявляемых к материалам, предполагаемым к применению в новейших изделиях авиационной техники, возникает необходимость в

качественном улучшении как самих материалов (например, снижение пористости по сравнению с материалами на основе связующего СП-97к), так и в повышении технологичности процессов их получения и переработки [2]. Поэтому была поставлена задача разработать новые высокотемпературные связующие нового поколения с повышенными механическими свойствами (на 30-40% по сравнению с КМУ-2лп).

Во ФГУП «ВИАМ» разработано термостойкое термореактивное полиимидное связующее полимеризационного типа марки ВС-51, которое по своим характеристикам не уступает зарубежному аналогу марки PMR-15 и наиболее распространенному в Российской Федерации поликонденсационному полиимидному связующему СП-97С, при этом за счет реализации расплавной формы связующего ВС-51 значительно улучшены технологические и эксплуатационные свойства. При этом общее количество летучих веществ, выделяемых в процессе переработки, снижено до 20%[3].

По результатам предварительных экспериментальных исследований установлено сохранение показателя предела прочности при сжатии углепластика на уровне не менее 80% при температуре испытаний 320°С относительно испытаний при 20°С. Температура стеклования углепластика на основе полиимидного связующего ВС-51 и равнопрочной углеродной ткани отечественного производства составляет 360–370°С [2]. Полученные результаты показали возможность рассмотрения исследуемого углепластика в качестве материала для термонагруженных элементов конструкций с рабочей температурой до 320°С и актуальность проведения дальнейших работ в данном направлении.

Использование полимерных клеевых составов при получении изделий из ПКМ по безавтоклавной технологии

Савельев А.В.
Научный руководитель — к.х.н. Гребенева Т.А.
РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва
artemsavelevman@mail.ru

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) за последнее время получили широкое распространение в различных областях промышленности и техники.

Традиционным методом получения конструкционных изделий из ПКМ является препрегово-автоклавное формование. Данная технология является энерго- и трудозатратной, поэтому производители и разработчики все чаще переходят к безавтоклавным методам.

Процесс получения композитных изделий по безавтоклавной технологии предполагает формирование преформы – «сухой» многослойной заготовки из волокнистого наполнителя. Для облегчения выкладки изделий сложной формы и обеспечения фиксации слоев наполнителя часто используют специальные аэрозольные клеевые составы. Однако использование клеев-спреев приводит к увеличению пористости изделий и снижению их механических характеристик. В связи с этим в настоящее время активно ведутся разработки клеевых составов, которые в виде адгезионного слоя заранее наносят на армирующий наполнитель.

Исследование научно-патентной литературы показало, что на сегодняшний день разработан широкий ассортимент высоко технологичных клеевых составов. Такие адгезионные слои могут состоять из термопластичных или термореактивных полимеров. Также разработаны растворные полимерные системы и полимерные составы на водной основе. На основании данных из литературных источников выявлено, что использование адгезионных слоев не ухудшает прочностные характеристики ПКМ на основе полиэфирных, винилэфирных, эпоксидных и фенольных смол.

В ходе данной работы был разработан клеевой состав, представляющий собой смесь эпоксидной и термореактивной феноксиной смолы с добавкой эластомерного каучука. Установлено, что клеевая композиция совместима как со связующим на основе винилэфирных, так и эпоксидных смол. Было выявлено, что разработанный клеевой состав не ухудшает физико-механические свойства ПКМ, полученные инфузионным методом.

Список литературы:
1. Джоган О.М., Костенко О.П. Практическая классификацияметодов изготовления деталей из полимерных композиционных материалов пропиткой в оснастке // В сб.: Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Вып. 1 (73). Харьков: ХАИ. 2013. С. 21–32.
2. Ginger Gardiner. The evolution of infusion // article post: 8.01.2012, Электронный журнал «CompositesWorld» ttps://www.compositesworld.com/articles/the-evolution-of-infusion, дата обращения 22.07.2019.

Исследование влияния давления взрывного прессования на теплофизические свойства композиционных материалов алюминий — ПТФЭ

Савин Д.В., Агейкин А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Адаменко Н.А.
ВолгГТУ, Волгоград
dmitrii-34@yandex.ru

Политетрафторэтилен (ПТФЭ) широко применяется в авиационной технике для изготовления деталей антифрикционного назначения, что обусловлено уникально низкими коэффициентом трения, химической и термической стойкостью, вибропоглощением. Для узлов трения, работающих в жестких условиях эксплуатации, эффективно использовать композиционные материалы (КМ), содержащие от 50 до 70 % металла. При этом для авиастроения перспективно использовать алюминий (Al) и его сплавы, обладающие малой плотностью и высокой теплопроводностью, что способствует лучшему отводу тепла при трении. К сожалению, температур спекания ПТФЭ не достаточно для формирования прочного соединения между металлическими частицами в КМ после статического прессования. Поэтому перспективно для получения КМ алюминий-ПТФЭ использовать взрывное прессование (ВП), обеспечивающее сварку металлических частиц и повышенное адгезионное взаимодействие между компонентами. Целью работы являлось изучение влияния давления ВП на структуру и теплофизические свойства КМ алюминий-ПТФЭ.

ВП порошковых смесей, состоящих из ПТФЭ и 50-70% Al, осуществляли в цилиндрических ампулах давлениями 0,1-0,2 ГПа (низкие) и 0,4-0,5 ГПа (высокие). После взрывного прессования КМ спекали в замкнутом объеме при температуре 380 °С с последующим охлаждением с печью. Микроструктуры КМ изучали на оптическом микроскопе Olympus 61BX и сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Versa 3D DualBeam. Плотность измеряли гидростатическим взвешиванием на аналитических весах Shinko HTR-220CE. Объемный коэффициент теплопроводности измерялся на установке КИТ-02Ц «Теплофон». Тепловое расширение КМ измеряли на установке термомеханического анализа Netzsch 402 F3 Hyperion. Характеристики термомеханических кривых определяли с помощью программного обеспечения Proteus 61.

Установлено, что плотность КМ, независимо от давления ВП, близка к расчетной плотности, что свидетельствует о минимальной пористости образцов и хорошей компактируемости КМ алюминий-ПТФЭ. После спекания плотность КМ незначительно изменяется – снижается после ВП давлениями 0,1-0,2 ГПа и повышается после ВП давлениями 0,4-0,5 ГПа. После ВП КМ 50 % Al + ПТФЭ структура состоит из равномерно распределенных фаз. После ВП давлениями 0,1-0,2 ГПа сохраняется сферическая форма частиц алюминия, а на поверхности шлифов обнаружены пустоты, образовавшиеся от их выкрашивания при шлифовании. После ВП давлениями 0,4-0,5 ГПа наблюдается деформация алюминиевых частиц и отсутствие пустот. С повышением концентрации Al до 70% деформация частиц усиливается и формируется металлический каркас, а ПТФЭ, имеющий волокнистую структуру, оказывается зажат в нем.

Теплопроводность КМ алюминий-ПТФЭ после ВП более высокими давлениями выше до 3,4 раз. С увеличением содержания алюминия теплопроводность более интенсивно повышается после ВП высокими давлениями (с 6,6-8,7 до 18,7-27,1 Вт/м•К), чем низкими

(с 2,9-3,4 до 7,4-7,9 Вт/м•К). После спекания теплопроводность КМ, полученных высокими давлениями повышается, а у полученных низкими снижается, что коррелирует с изменением плотности.

Установлено, что после ВП давлениями 0,4-0,5 ГПа тепловое расширение КМ в 1,4-3,0 раза ниже, чем после ВП давлениями 0,1-0,2 ГПа. У КМ, полученных давлениями 0,1-0,2 ГПа, температуры плавления меньше на 4-17°С, то есть они являются менее термостойкими. После спекания КМ, полученных ВП давлениями 0,4-0,5 ГПа, теплое расширение практически не изменяется. Спекание после ВП давлениями 0,1-0,2 ГПа приводит к снижению в 1,2-1,3 раза теплового расширения КМ при температурах выше температуры плавления ПТФЭ, но оно, все равно, в 2,0-2,9 раз выше, чем у КМ после ВП давлениями 0,4-0,5 ГПа. Более высокая теплопроводность и меньшие тепловые расширения в КМ, полученных ВП давлениями 0,4-0,5 ГПа, свидетельствует об образовании металлического каркаса и о лучшем адгезионном взаимодействии между алюминием и ПТФЭ, чего не происходит при ВП давлениями 0,1-0,2 ГПа.

Таким образом, ВП давлениями 0,4-0,5 ГПа КМ алюминий-ПТФЭ способствует повышению теплопроводности и снижению теплового расширения, по сравнению с ВП давлениями 0,1-0,2 ГПа, с одновременным достижением максимальной плотности КМ, что связано с образованием непрерывной армирующей фазы и повышением межфазного адгезионного взаимодействия. Спекание увеличивает теплопроводность и не влияет на тепловое расширение КМ после ВП давлениями 0,4-0,5 ГПа и, наоборот, после ВП давлениями 0,1-0,2 ГПа. Увеличение концентрации алюминия улучшает теплопроводность и снижает тепловое расширение КМ, особенно эффективно, после ВП более высокими давлениями.

Исследование выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта №19-43-343001

Поиск путей обеспечения молниестойкости авиационных углепластиковых конструкций, содержащих в своем составе клеевые соединения

Саламатин В.С.
Научный руководитель — к.т.н. Насонов Ф.А.
МАИ, Москва
Mefistoooo@mail.ru

Широкое применение полимерных композиционных материалов (ПКМ) в различных отраслях промышленности стало возможным вследствие присущего им комплекса конструкционных и специальных свойств, недостигаемых в традиционных металлических материалах. Так, например, в авиационной промышленности конструкционные углепластики применяются взамен алюминиевых и титановых сплавов, что обеспечивает значительное снижение массы планера летательных аппаратов (ЛА).

Вместе с тем, конструкционные углепластики имеют специфические особенности, влияющие на молниезащищенность самолётных конструкций: конструкционные углепластики являются слабыми проводниками (их сопротивление на 3 – 4 порядка выше, чем у металлов). В связи с этим, незащищенные углепластиковые конструкции при поражении молнией могут получать повреждения, недопустимые по ресурсным и эксплуатационным требованиям. Для исключения данных повреждений или снижения их вероятности применяют специализированные конструктивные приемы (применение внедренных в структуру композитов шин, перемычек, специализированных сеток, различных типов фольги) и/или материаловедческие решения (модифицирование полимерных матриц углепластиков в целях повышения проводимости) [1 – 2]. Развитие перспективных композитных конструкций идет по пути повышения степени их интегральности, снижения количества механического крепежа и использования высокопрочных клеевых соединений. Поэтому, актуальной становится проблема придания свойств молниезащищенности клеевым соединениям углепластиков с повышенной молниестойкостью [2].

В данной работе решается задача придания клеящему материалу, а значит, клеевой прослойке, и соответственно, всему клеевому соединению электрической проводимости, необходимой для обеспечения живучести композитной конструкции в условиях возможного попадания молний. Попутно решается задача беспрепятственного стекания зарядов статического электричества [3], которые могут привести к катастрофическим последствиям при взаимодействии с авиационным топливом, в том числе при стоянке ЛА.

Применение трековых ядерных мембран для радиационной защиты от тормозного излучения в космосе

Самойлова Е.С., Клопот Е.П., Сидельников Р.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черкашина Н.И.
БГТУ им. В. Г. Шухова, Белгород
terry.kot@mail.ru

Длительный полёт космического аппарата сопровождается значительным повышением накопленной дозы ионизирующего излучения, которая губительна для членов экипажа. На высоте полёта МКС существуют серьезные проблемы радиационной безопасности. Во-первых, в районе Южной Атлантики существует так называемая Бразильская, или Южно-Атлантическая, магнитная аномалия. Здесь магнитное поле Земли как бы провисает, а с ним ближе к поверхности оказывается нижний радиационный пояс. Во-вторых, космонавту в космосе угрожает галактическое излучение – несущийся со всех направлений и с огромной скоростью поток заряженных частиц, порожденных взрывами сверхновых или деятельностью пульсаров, квазаров и других аномальных звездных тел.

Наибольшую опасность для корпуса и элементов космических аппаратов, расположенных на его внешней стороне представляют протоны радиационных поясов Земли с энергией 1-30 МэВ и электроны с энергией от 1 до 5 МэВ. Однако для космонавтов наибольшую опасность представляет вторичное тормозное рентгеновское излучение с энергией 10-100 кэВ, которое образуется при взаимодействии быстрых электронов с атомами тяжелых металлов.

В последнее время активно развивается направление по созданию радиационно-защитных материалов на основе полимерных композитов, в том числе и для защиты космонавтов от космической радиации.

Трековые мембраны могут быть использованы для получения различных композитов и нанокомпозитов, в том числе композитов полимер/металл. В полученных полимерных композитах, наполнитель достаточно равномерно распределен, что невозможно достичь при использовании других методов синтеза. В данной работе показана возможность получения многослойного "сэндвича" на основе полимерных трековых мембран, заполненных нанодисперсным PbO. Полученная технология может быть использована для синтеза современных диэлектрических и радиационно-защитных композитов, в том числе для космической промышленности.

Для получения гибких полимерных многослойных композитов в качестве матрицы использовали полиимидные трековые (ядерные) мембраны производства ION TRACK TECHNOLOGY FOR INNOVATIVE PRODUCT (it4ip), Belgium. Трековая мембрана представляла собой тонкую полиимидную пленку (толщиной 25 мкм) с множеством сквозных отверстий диаметром 200 нм; плотность пор $5 \cdot 10^8$ см-1.

Введение наполнителя – нанодисперсного оксида свинца осуществлялось методом шаблонного синтеза. Исследования по оценке радиационно-защитных характеристик композитов по отношению к рентгеновскому излучению проводили в «Центре радиационного мониторинга» Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. В качестве источника рентгеновского излучения использовались изотопы Am-241 (E= 59.5 keV) и Cd-109 (E= 88 keV).

Установлены высокие радиационно-защитные характеристики по отношению к рентгеновскому излучению синтезированных многослойных полимерных композитов.

Работа выполнена в рамках Российского Научного Фонда (№ 19-79-10064).

Разработка производства композитных изделий с трикотажным армированием

Сахбутдинова В.Р., Курмашева Л.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Халиулин В.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
V_Sakhbutdinova@mail.ru

Целью настоящей работы является разработка трикотажного полотна из углеродного волокна, способного выступать в качестве армирующего компонента композиционных материалов. Для достижения этой цели была исследована вязальная способность углеродных волокон, получены композитные образцы армированных трикотажем и даны рекомендации по выбору волокна.

Одним из самых перспективных направлений применения технического трикотажа является армирование композиционных материалов.

В сравнении с традиционно используемыми текстильными материалами трикотаж имеет ряд преимуществ. Благодаря петельной структуре и высоким деформационным свойствам трикотаж имеет высокие формовочные свойства, что позволяет упростить изготовление изделия сложной формы. Технология трикотажа позволяет получить изделия сложной формы, например, в форме конуса, трапеции, полусферы, исключив из технологической последовательности операции раскроя и пошива, что приводит к экономии сырья и снижению трудоемкости [1].

Целью настоящей работы является разработка трикотажной преформы для армирования композиционных материалов. Для достижения этой цели в работе поставлены следующие задачи:

• Проанализировать возможность применения трикотажа в качестве наполнителя композитов;

• Исследовать вязальную способность углеродных волокон;

• Получить образцы композиционных материалов, армированных трикотажем и дать рекомендации по выбору волокна.

В ходе работы было изготовлено 2 связанных кулирной гладью образеца средней плотности. Вязание образцов производилось на машине 3 класса из углеволокна 12К.

Формование образцов 260x260x3 мм проводилось в закрытой форме методом RTM по особому режиму, также представленному в работе.

По полученным образцам можно сделать следующие выводы:

• Для армирования композитных конструкций необходимо использовать трикотаж связанный из волокна не толще 3К;

• Трикотаж с вязкой “кулирная гладь” имеет свойство закручиваться, что усложняет работу с преформой. Для устранения данной проблемы, края трикотажной преформы необходимо вязать платочной вязкой;

Список литературы:

1. Строганов Б. Б. Основы теории и практики вязания многослойного и квазимногослойного трикотажа: диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук/ Б. Б. Строганов. – Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности, 2003. – 431 с

Организация серийного производства деталей из композиционных материалов, пропитанных неотверждённым полимерным связующим, методом горячего прессования для авиационной и ракетно-космической техники

Сёмин Н.А.
Научный руководитель — к.т.н. Файзуллина Н.М.
КНИТУ-КАИ, Казань
semin_nik@mail.ru

В современной авиационной и ракетно-космической техники все более обширно применяются передовые композиционные материалы. Но большая часть производственных процессов изготовления деталей из композиционных материалов выполняются полностью вручную или с частичной автоматизацией отдельных этапов производственного процесса. Таким образов качество деталей, серийность, сроки тесно связанны с квалификацией персонала и взаимодействия различных отделов предприятия между собой.

Однако прогресс не стоит на месте, сейчас появились новые материалы и существенно усовершенствовались технологии изготовления композитных деталей, посредством которых существует возможность минимизировать использования человеческого труда и максимизировать автоматизация технологических процессов.

Для решения поставленной задачи предлагается организовать производство конвейерного типа.

Основные этапы процесса производства на примере нервюры крыла из композиционных материалов, для производства более 25000 единиц в год.

Поступление рулонного материала-раскрой и выкладка проформы-полимеризация преформы-механическая обработки заготовки-финальная сборка

На производственной линии переход с этапа на этап осуществляется при помощи 6-осевого роботизированного комплекса.

Метод формирование преформы зависит от требуемых ФМХ и габаритов изготавливаемой детали. В настоящее время существует несколько автоматизированных способов создания преформы:

1. Автоматизированная выкладка волокон Automated Fiber Placement (AFP)
2. Намотка волокон Braiding
3. TFP (Tailored fiber placement)
4. Напыление рубленого ровинга

Более выгодным является способ AFP, так как при серийном производстве практичнее для выкладки использовать препрег, исключая тем самым этап пропитки сухой преформы.

Полимеризацию препрегов под давлением также можно осуществить несколькими методами:

1. Автоклавное формование
2. Горячие прессование

При прессовании матрица и пуансон рассчитаны на множество циклов полимеризации, в отличии от автоклавного метода формования, где для каждого цикла полимеризации требуется новый одноразовый комплект вспомогательных материалов.

Учитывая всё выше сказанное, оптимальным решением является производство конвейерного типа на основе горячего прессования композиционных материалов с использование автоматизированной выкладки волокон AFP. Автоматизация композитного производства имеет огромное преимущество, за исключением своей дороговизны и трудоемкости внедрения. Автоматизации позволяет оптимизировать расход основных материалов, сократить технологический цикл изготовления и минимизировать человеческий фактор при изготовлении деталей из композиционных материалов.

Особенности реологических характеристик многокомпонентных эпоксидных связующих и моделирование процесса пропитки

Синдаров Т.О.
Научный руководитель — к.т.н. Андрианова К.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
sindarovtmu1@gmail.com

Изготовление изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) является сложным и трудоемким процессом. Поэтому поиск технологичных способов изготовления деталей из ПКМ является важным и открытым вопросом на данный момент. Одним из таких способов является процесс пропитки связующим, позволяющий снизить время и ресурсозатратность изготовления изделий из ПКМ. Во время процесса пропитки возможно возникновение следующих дефектов пропитки: неполная пропитка вследствие застывания смолы, пористость, образование утолщений и др. Оптимизация процесса пропитки позволит повысить производительность процесса, а также обеспечить требуемые параметры. Основными параметрами при моделировании процесса пропитки являются характеристики наполнителя — плотность и пористость, реологические характеристики связующего, а также технологические параметры процесса (температура, время, давление, скорость).

Целью работы является изучение и получение модели процесса пропитки, позволяющей описать экспериментальные данные на основании реологических характеристик связующего и структурных свойств наполнителя (пористости и плотности).

В качестве связующих был выбран ряд эпоксидиановых и эпоксиноволачных смол. Для регулирования свойств связующего использовали смеси данных олигомеров в разных соотношениях и ряд аминных и бензоксазиновых отвердителей. Реологические характеристики многокомпонентных связующих были измерены с помощью ротационного реометра DHR 2 (TA Instruments) в режиме осцилляции. Построение графиков, расчеты и их анализ проведены в программе Origin Pro 8.1. В качестве тканых наполнителей использовали угле- и стеклоткани разных марок. Пористость наполнителей была оценена на оптическом микроскопе Olimpus GX-51. Определение проницаемости ткани проводили путем пропитки модельными жидкостями.

На основании измеренных реологических характеристик многокомпонентных связующих, коэффициентов проницаемости и пористости наполнителя было проведено моделирование процесса пропитки в программном пакете PAM-RTM (ESI Group). Таким образом, была создана модель процесса пропитки, достаточно точно описывающая экспериментально полученные результаты.

Исследование различных технологических дефектов в композиционных материалах современными методами неразрушающего контроля

Ткаченко А.Ю.
Научный руководитель — Беззаметнов О.Н.
КНИТУ-КАИ, Казань
tkachenkoayu4275@gmail.com

Композитные материалы нашли широкое применение в авиационной и ракетно-космической технике, где требуются высокая удельная прочность и стойкость к вибрационным нагрузкам, а также малый удельный вес [1].

Наличие внутренних дефектов в элементах композитных конструкций создает опасность при их эксплуатации в виду снижения физико-механических характеристик изделия. Дефекты условно можно разделить на производственные и эксплуатационные. К наиболее часто встречающимся производственным дефектам относятся: внутреннее расслаивание, пузырь (пустота), трещина, инородное включение (металлическое / неметаллическое).

Зачастую производственные дефекты не распознаются визуально или имеют достаточно малый размер, что затрудняет их обнаружение с помощью методов неразрушающего контроля (МНК). Современные МНК стремятся обеспечить обнаружение малых дефектов с высокой точностью. К наиболее распространенным методам относятся: оптические, акустические, радиационные и тепловые [2,3]. Цель работы – исследование возможностей современных методов контроля для анализа внутренних производственных дефектов в композитных изделиях.

Для проведения исследования было принято решение изготовить 8 плоских образцов с внутренними производственными дефектами: пузырь, инородное включение (металлическое/ неметаллическое) и расслаивание. Размер, количество и расположение дефектов соответствуют II и III уровням по ГОСТ Р 56975-2016 «Композиты полимерные. Показатели внешнего вида изделий из многослойных стеклокомпозитов».

Дефект «инородное включение (металлическое)» имитируется путем внедрения стальных (Ст3) частиц между слоями препрега. Дефект «инородное включение (неметаллическое)» – частицами фторопласта. Дефект «пузырь» – сферическими частицами пенопласта Rohacell. Дефект расслаивание – разделительной пленкой из фторопласта. Все дефекты закладываются на середине толщины пластины.

В качестве материалов изделий были использованы:

1) Препрег однонаправленный на основе углеродного волокна HexPly 8552/34%/UD134/AS4–12K/300mm (дефект «расслаивание» и «пузырь»)

2) Препрег тканый на основе углеродного волокна HexPly M56/40%/193PW/AS4–3K/1070mm (дефект «инородное включение (металлическое/неметаллическое)»)

Формование проводилось по вакуумно-печной технологии. Размер образцов после снятия припуска: 90x90x(5…6) мм.

Неразрушающий УЗ контроль проводился с использованием УЗ томографа OmniScan MX-2 с ультразвуковым преобразователем с ФАР (64 элемента) с частотой 3,5 МГц по однонаправленной схеме (скорость распространения ультразвука: 2732 м/с). Для получения геометрических характеристик дефекта использовалась система полуавтоматического сканирования (двухкоординатный Glider). Наличие ФАР дает возможность получить изображения в виде проекций дефекта на 3 плоскости. Неразрушающий контроль с помощью КТ проводился с использованием системы радиографии и компьютерной томографии «North Star Imaging XView CT X5000». Съёмка проводилась при ускоряющем напряжении 450 кВ и токе 3,3 А, разрешение – 100 мкм. Неразрушающий контроль методом шерографии проводился с помощью мобильной системы ISISmobile_3100 немецкой компании Steinbichler Optotechnik GmbH с программным обеспечением FRINGES. После контроля образцов были получены изображения, на которых были выставлены метки для определения геометрических размеров дефектов

Выводы:

В ходе данного исследования была проведена сравнительная характеристика трех методов неразрушающего контроля и выявлены их достоинства и недостатки. Ультразвуковая томография обладает высокой степенью мобильности, низкой энергозатратностью и возможностью определения глубины залегания дефекта, однако требование к наличию контактной жидкости снижает культуру труда на производстве. Также данный метод имеет ограничения по минимальной толщине изделия (≈ 2 мм.). Рентгеновская КТ показала наиболее точные результаты геометрических размеров дефектов. Метод имеет ограничения по габаритным размерам объекта контроля, не является мобильным и достаточно энергозатратный. Метод шерографии отличается возможностью обнаружить концентрацию деформаций и напряжений дефекта. Высокие показатели теплоемкости объекта контроля ограничивают применение этого метода.

Список литературы:

1. Баженов, С.Л. Полимерные композиционные материалы /С.Л. Баженов, А.А. Берлин, А.А. Кульков, В.Г. Ошмян. – М.: «Интеллект», 2010. – 352 с.

2. Бойчук, А.С. Разработка технологий неразрушающего контроля монолитных конструкций из углепластика с использованием ультразвуковых антенных решеток [Текст]: дис. … канд. техн. наук: 620.192.63: защищена 02.03.2017/ Бойчук Александр Сергеевич. – Москва, 2017. – 203 с.

3. Бойцов, Б.В. Методы неразрушающего контроля, применяемые для конструкций из ПКМ [Электронный ресурс] / Б.В. Бойцов, С.Л. Васильев, А.Г. Громашев, С.А. Юргенсон // Труды МАИ – электрон. текст. дан. – 2011. – №49. – режим доступа к журн.: http://trudymai.ru/published.php?ID=27665&PAGEN_2=2

Электроуправляемое двулучепреломление спиральной наноструктуры сегнетоэлектрических жидких кристаллов в планарно-ориентированной дисплейной ячейке

Ткаченко Т.П., Кузнецов А.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Пожидаев Е.П.
МАИ, Москва
tiflizz@mail.ru

Основными особенностями переключения главной оси нематического жидкого кристалла (НЖК) в плоскости, параллельной плоскости подложек дисплейной ячейки (In-plane Switching или IPS), являются большой угол обзора (более 170 градусов) и слабая модуляция цветовой гаммы в процессе переключения [1], (так называемая хроматическая аберрация). Вместе с тем, производство IPS-дисплеев на основе НЖК связано с решением довольно сложных технологических задач, вызванных необходимостью использования решетки встречно-штыревых электродов.

В статье [2] впервые был замечен и охарактеризован IPS эффект в сегнетоэлектрических жидких кристаллах (СЖК), в которых наблюдается электрооптический эффект деформации электрическим полем спиральной наноструктуры, который, не изменяя шага спирали, ведет к её ангармонизму, и соответственно, к изменению показателя двулучепреломления. Известно, что главная оптическая ось СЖК-ячейки отклоняется в электрическом поле в плоскости, перпендикулярной направлению поля [3]. В планарно-ориентированной СЖК-ячейке главная оптическая ось параллельна подложкам, а поле перпендикулярно. Следовательно, главная оптическая ось отклоняется в плоскости, параллельной плоскости подложек, без использования встречно-штыревых электродов, для изготовления которых необходим процесс литографии. Появляется возможность использования сплошных электродов, наносимых на стеклянную подложку напылением, что существенно упрощает технологию производства.

В работе показано, что выбор СЖК с наибольшим максимальным углом отклонения главной оптической оси, обеспечивает наименьшее изменение модуляции фазы (8% при угле 38,4 и 45% при угле 31,5), что ведет к уменьшению хроматических искажений и увеличению угла обзора. Таким образом, появляется возможность использовать СЖК вместо НЖК в режиме IPS, обеспечивая, как уже было сказано ранее, упрощение производства, а также увеличение быстродействия (200 мкс у СЖК против 4 мс у НЖК). В настоящее время ведется работа по увеличению угла отклонения главной оптической оси СЖК.

В работе исследована зависимость двулучепреломления спиральной структуры СЖК от диэлектрической восприимчивости жидкого кристалла и угла отклонения главной оптической оси. Показано, что теоретическая зависимость двулучепреломления от диэлектрической восприимчивости точно описывает поведение СЖК во всем диапазоне электрических полей, до начала развала спирали. Теоретическая зависимость двулучепреломления от угла отклонения главной оптической оси применима в меньшем диапазоне электрического поля [4], а также имеет возрастающую ошибку по мере увеличения этого угла. Данная часть работы также объясняет выбор СЖК с большим углом (скорость нарастания двулучепреломления от угла отклонения главной оптической оси больше для случая меньшего угла, и соответственно, происходит большая модуляция фазы).

Список литературы:
1. Oh-E, M; Yoneya, M; Ohta, M; Kondo, K. Dependence of viewing angle characteristics on pretilt angle in the in-plane switching mode. Liq. Cryst. 1997, 22, 391
2. Evgeny P. Pozhidaev, Timofey P. Tkachenko, Artemy V. Kuznetsov and Igor N. Kompanets In-plane Switching Deformed Helix Ferroelectric Liquid Crystal Display Cells. Crystals (2019), 9, pp. 543
3. Pozhidaev, E.P.; Schrivastava, A.K.; Kiselev, A.D.; Chigrinov, V.G.; Vashchenko, V.V.; Krivoshey, A.I.; Minchenko, M.V.; Kwok, H.S. Enhanced orientational Kerr effect in vertically aligned deformed helix ferroelectric liquid crystals, Optics Letters, 2014, 39, 2900.
4. I. Abdulhalim, G. Moddel Electrically and Optically Controlled Light Modulation and Color Switching Using Helix Distortion of Ferroelectric Liquid Crystals, Molecular Crystals and Liquid Crystals (1991), 200, №1, pp.79-101

Влияние процесса разложения порофора азодикарбонамида на процесс вспенивания полимерных композиций

Токарева Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Марков А.В.
РТУ МИРЭА, Москва
klaco@inbox.ru

Вспенивание полимерных материалов является распространенным способом повышения энергоэффективность авиационной, космической и автотехники. В данной работе были исследованы и сопоставлены процессы разложения порофора (азодикарбонамида) и вспенивания поливинилхлоридных (ПВХ) композиций (наполненных мелом и пластифицированных диоктилфталата) с различной вязкостью расплава от 5000 до 70000 Па•с. Разработана общая математическая модель, описывающая и связывающая кинетику процессов газовыделения при разложении порофора и вспенивания полимерных расплавов с различной вязкостью, которая хорошо описывает результаты эксперимента при вязкости расплава до 1500 Па•с: $v = V_m(1-\exp(-\frac{\tau-\tau_i}{\tau_e-\tau_i+\eta/b}))$, где v – приведенный объем выделяющегося газа в момент времени τ (с) от начала выдержки порофора при заданной температуре; Vm – предельное значение v определенное с использованием газового числа порофора; τi – времена индукционного периода разложения порофора, τe – это время, при котором v достигает ((e-1)/e)•Vm, которое характеризует скорость вспенивания, η – вязкость вспениваемого расплава, b-постоянная. Дегидрохлорирование ПВХ ускоряет процесс его вспенивания, сокращая индукционный период [3]. Увеличение вязкости расплава замедляет процесс вспенивания и даже подавляет его при высоких наполнениях (при η более 20000 Па•с). При этом $v = V_m(1-\exp(-\frac{d(\tau-\tau_i)}{\Delta\tau_e-\eta^n}))$, n≈2. Эти уравнения хорошо описывают процесс беспрессового вспенивания, например, при производстве линолеума. При прессовом вспенивании, а также экструзии и литье под давлении, при которых разложение порофора происходит под давлением без вспенивания (вспенивание происходит при сбросе давления) уравнения приобретают следующий вид: $v = V_m(1-\exp(-\frac{b\tau}{\eta}))$.

Таким образом, разработана математическая модель, удовлетворительно описывающая кинетику выделения газов при разложении азодикарбонамида и кинетику вызываемого этими газами вспенивания расплавов полимерных композиций с различной вязкостью расплава

Список литературы:
1. Tahseen A.Saki, Markov A.V., Tokareva E.V., Vatskova E. Y. Study the influence of filling on foaming of rigid poly(vinil chloride) compozities // Vestnik MITHT. 2015. V.10. N.2. P.78-82.

2. Марков А.В., Тахсин А.Саки, Токарева Е.В., Вацкова Е.Ю. Исследование процесса вспенивания наполненных поливинилхлоридных композиций, модифицированных диоктилфталатом // Пластические массы. 2015. № 9-10. С. 41-46..

3. Марков А.В., Тахсин А.Саки, Угличева А.Ю. Особенности вспенивания жестких ПВХ композиций азодикарбонамидом // Вестник МИТХТ. 2013. Т. 8. № 6. С. 103-107.

Водорастворимые сополимеры хитозана и гидроксиэтилцеллюлозы: твердофазный синтез и материалы на их основе

Хайбуллин З.И., Курьянова А.С., Попырина Т.Н.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Демина Т.С.
МАИ, Москва
khaibullin.zulfar@yandex.ru

Хитозан, состоящий из глюкозаминных и N-ацетилглюкозаминных звеньев, является нетоксичным биосовместимым полимером с комплексообразующими свойствами и растворимостью в разбавленных кислых средах. Модификация химической структуры хитозана для улучшения его растворимости в нейтральных водных средах расширяет области его применения. Однако получение сополимеров обычными жидкофазными способами связано с такими недостатками, как многостадийность, длительное время процесса, использование токсичных катализаторов и низкий выход продуктов реакции.

Цель работы заключалась в твердофазном синтезе водорастворимых сополимеров хитозана и гидроксиэтилцеллюлозы (ГЭЦ), исследовании продуктов их реакции и возможности получения различных материалов на их основе.

Сополимеры получали методом твердофазного реакционного смешения хитозана (молекулярная масса (ММ) 80 кДа и степень деацетилирования 0.85) и ГЭЦ (ММ 90 кДА) в двухшнекевом экструдере "Berstorff". Согласно данным фракционного анализа, ИК-спектроскопии и элементного анализа растворимая в воде, при нейтральной pH, фракция сополимеров содержит от 1.3 до 18 мас.% привитых фрагментов хитозана в зависимости от условий синтеза. Сополимеры образуют в воде однородные растворы, характеристики (вязкость, поверхностное натяжение, электропроводность) которых были определены. Вязкость растворов всех соэкструдированных образцов была ниже, чем у исходных полимеров, что подтверждает предположение о механически индуцированном и/или окислительном разрушении полимерных цепей во время механической обработки. Однако из растворимых в воде фракций сополимеров были получены пленки с лучшими деформационно-прочностными свойствами, чем пленки из ГЭЦ. Высокое поверхностное натяжение растворов сополимеров не позволило получить нетканые материалы на их основе методом электроформования без введения дополнительных компонентов в формовочный раствор. Исследование возможности применения сополимеров хитозана с ГЭЦ в качестве эмульгатора для стабилизации границы раздела фаз проводили в рамках получения микрочастиц из полилактида методом испарения растворителя из эмульсий масло/вода. В качестве дисперсной «масляной» фазы использовали 5 мас.% раствор поли(L,L-лактида) в смеси хлористый метилен/ацетон (9/1 об./об.), который эмульгировали в дисперсионной водной среде, состоящей из 1 мас.% раствора или исходных гомополимеров или водорастворимых фракций сополимеров. Соотношение между фазами составляло 1/9 по объему. Образцы перемешивали при 700 об/мин, используя 4-лопастную пропеллерную мешалку при контролируемой температуре, пока растворители из масляной фазы не испарились. Сформированные полилактидные микрочастицы промывали, просеивали и лиофилизировали. Водорастворимые фракции сополимеров обладают лучшими эмульгирующими свойствами, чем гомополимеры, что позволяет получить микрочастицы с высоким выходом (до 67 мас.%). Вне зависимости от образца сополимера, используемого в качестве эмульгатора, микрочастицы имеют сферическую форму и однородную морфологию поверхности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ грант № 19-53-45048 (синтез и исследование сополимеров) и № 18-29-17050 (исследование реологических характеристик, пленко-/волоконообразующей способности); гранта Президента РФ МК-1974.2019.3 (получение и исследование микрочастиц).

Полимерные композиционные материалы пониженной горючести на основе глицидиловых эфиров кислот фосфора

Холодова К.Д., Микерина Д.Н.
Научный руководитель — к.т.н. Андрианова К.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
holodova_k@bk.ru

В последние годы все больше элементов конструкций самолётов изготавливают из полимерных композиционных материалов (ПКМ). Одним из недостатков композиционных материалов на основе полимерной матрицы является высокая горючесть. Проблема пожаробезопасности на сегодняшний день является очень актуальной при производстве изделий авиационной техники. Широкое применение композиционных материалов для изготовления конструкций и узлов внешнего контура самолёта требует от ПКМ совмещения, как высоких механических свойств, так и пожаробезопасности [1]. Для снижения горючести полимерных материалов используют антипирены, которые, однако, могут существенно снизить свойства ПКМ. Более перспективным направлением является использование низкогорючих связующих.

Целью данной работы является разработка полимерных композиционных материалов пониженной горючести на основе глицидиловых эфиров кислот фосфора (ГЭФ). В качестве отвердителей использовали аминные отвердители: диаминодифенилсульфон (ДАДФС) и диэтилтолуолдиамин (ДЭТДА).

Ранее было показано, что эпоксидные полимеры, модифицированные глицидиловыми эфирами кислот фосфора, обладают повышенной термо- и огнестойкостью [2]. В данной работе исследованы процессы отверждения ГЭФ аминными отвердителями, определены реологические свойства связующих. Показано, что низкая вязкость глицидиловых эфиров позволяет использовать их в трансферным методах формования при изготовлении ПКМ. Определены параметры горючести, тепловыделения и дымообразования полученных материалов.

Список литературы:

1. С.Л. Барботько, В.Н. Кириллов, Е.Н. Шуркова. Оценка пожарной безопасности полимерных композиционных материалов авиационного назначения //Авиационные материалы и технологии. 2012, с. 56-63.

2. Amirova L.M., Stroganov V.F., Sakhabieva E.V. // Intern. J. Polym. Mater. 2000. V. 47. N 1. P. 43-60

Технология получения углеродных пен

Хуснетдинов К.Р.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Галимов Э.Р.
КНИТУ-КАИ, Казань
kar.06.21@gmail.com

Метод основан на получении углеродных пен путем карбонизации пеков, в состав которых вводятся летучие при температурах выше 600 °С вещества. В качестве основного компонента используются каменноугольный или нефтяной пек и мезофазные микросферы, полученные термообработкой исходного пека до температуры мезофазообразования (400-500 °С). В качестве порообразователя применяют поваренную соль (NaCl, класс экстра).

На начальной стадии проводят смешивание компонентов путем совместного помола в шаровой мельнице в течение 7 мин, после чего пробу извлекают. Затем пресс-порошок закладывают в обогреваемую глухую металлическую матрицу и проводят формование при давлении прессования 2 тс в течение 3 минут.

Полученную заготовку извлекают и подвергают карбонизации. Далее образцы «зеленой» пены помещают в стальной контейнер, засыпают слоем графитированного боя, сверху насыпают слой высокотемпературного каменноугольного пека, накрывают стальной крышкой и помещают в муфельную печь. Образцы в стальном контейнере нагревают со скоростью 2,5 °С/мин до температуры 900 °С с выдержкой 120 минут, после чего печь выключают и охлаждают до температуры 40 °С.

Полученные образцы помещают в графитовые тигли с крышками и насыпают засыпку. Тигли помещают в электровакуумную печь, откачивают внутреннее пространство печи до давления 1 мм рт.ст. Печь в течение 8 ч нагревают до 2100 °С, выдерживают в течение 2 ч и затем охлаждают естественным образом.

Для проведения процесса графитизации полученные образцы пен помещают в графитовые тигли с крышками, которые помещают в камеру печи графитации с температурой 2700 °С и выдерживают в течение 60 минут. Затем полученные образцы графитированной пены загружают в камеру печи пироуплотнения, печь герметизируют, продувают аргоном, нагревают и выдерживают при температуре 1100 °С, давлении 8-12 мм рт.ст. в течение 20-120 часов.

Проведено исследование влияния технологий получения на изменение характеристик СУП, полученных с использованием микросфер. Для пен на основе микросфер все стадии, протекающие с потерей летучих веществ (отверждение, карбонизация), сопровождаются снижением плотности образцов. Выбраны исходные компоненты, определены оптимальные их сочетания и соотношения, а также режимные параметры получения теплопроводных СУП с использованием различных технологий: на основе углеродных микросфер и нефтяных или каменноугольных пеков; методом карбонизации пеков под давлением; методом карбонизации с летучим порообразователем.

Пены на основе углеродных микросфер имеют сравнительно невысокие значения коэффициента теплопроводности, что делает перспективным их использование в изделиях, где чрезмерный теплоотвод не играет существенной роли. Пены, полученные карбонизацией под давлением, отличаются высоким уровнем теплофизических и физико-механических свойств. Пены, полученные с летучим порообразователем, отличаются высокой степенью графитации и пористостью, но невысокими физико-механическими свойствами.

Методика исследования адгезионной прочности на границе волокно– связующее

Черевинский А.П., Беленькая О.В.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Шапагин А.В.
МАИ, Москва
Cherevinskiy@mail.ru

Адгезионная прочность (АП) на межфазной границе волокно – отвержденное связующее имеет важнейшее значение при разработке высокопрочных армированных пластиков. Методик, позволяющих оценить АП на границе волокно-связующее, немного. В некоторых методиках, например, pull-knot [1] происходит косвенная оценка прочности при разрушении соединения нить – связующее. Минусом таких методик является сложность учета ряда факторов (площади поверхности волокон, капиллярного эффекта при погружении и др.). Исследования в направлении прямых измерений прочности соединения филаментов со связующим, представлены в работах Горбаткиной Ю.А. [2], но и методика «трёх волокон» (pull-out) имеет ряд недостатков. Основная сложность при исследовании адгезионной прочности в системе филамент – связующее являются сложность приготовления и испытания образцов. На сегодняшний день, наилучшие прочностные свойства демонстрируют

композиты, армированные углеродными волокнами (УВ), но при работе с филаментами УВ по методике pull-out возникают дополнительные сложности, связанные с их малым диаметром (5-9 мкм), высоким модулем упругости и, как следствие, хрупким механизмом разрушения.

Для формирования адгезионного соединения филамент–связующее в лаборатории морфологических исследований ИФХЭ им. А.Н. Фрумкина РАН разработана установка, позволяющая при подготовке образцов осуществлять контролируемое погружение филамента в каплю связующего. Капля связующего термостатируется с целью регулирования химической реакции отверждения.

В качестве объектов исследования для апробации методики были выбраны УВ Toho Tenax (Япония), и отечественные ЭД-20 и отверждающий агент — диэтилентриамин. Температура отверждения 20 °С.

Адгезионные исследования проводили на разрывной машине Zwick/Roell Z010 при скорости нагружения не более 1 мм/мин. Площадь контакта испытанных образцов определяли при помощи оптической микроскопии. Механизм разрушения системы филамент-связующее исследовали посредством морфологических исследований поверхности филамента после испытания в электронном сканирующем микроскопе (Philips SEM-500, Голландия).

Исследован механизм разрушения адгезионного соединения. Определена прочность при разрушении исследуемой системы. Рассчитана глубина погружения, обеспечивающая получение корректных результатов прочности соединений филамент – связующее. На деформационно-прочностных зависимостях зафиксирован момент зарождения трещины в системе. Установлено, что при разрушении соединения на волокне остается сформированный при погружении мениск, ограничивающий зону контакта со связующим. Полученные данные показали хорошую повторяемость результатов адгезионных исследований и низкий процент (менее 10%) брака при подготовке образцов.

Список литературы:

1. Котомин С.В. Оценка прочности адгезионной связи волокно-термопластичная матрица методом петли. Инженерный журнал: наука и инновации, 2015, вып. 12. URL: http://engjournal.ru/catalog/msm/pmcm/1426.html

2. Горбаткина Ю.А., Иванова-Мумжиева В.Г. Адгезия модифицированных эпоксидов к волокнам//М.: ТОРУС ПРЕСС, 2018. 216 с.

Гибридные микрочастицы из гидроксиапатита и поли(L,L-лактида)

Черненок Т.В., Киляшова Л.А., Исраилова Н.
Научный руководитель — к.х.н. Демина Т.С.
МАИ, Москва
chernenoktt@gmail.com

Гибридные биодеградируемые полимер-керамические микрочастицы перспективны для применения в биомедицине в качестве мультифункциональных клеточных носителей, обеспечивающих поверхность для адгезии и необходимые компоненты для роста клеток. Например, при восстановлении костной ткани важным элементом является гидроксиапатит – один из основных минеральных компонентов организма человека. Гибридные микрочастицы, состоящие из биодеградируемого полимера и гидроксиапатита, могут обеспечить пролонгированное высвобождение гидроксиапатита в процессе деградации полимера и формирование костной ткани.

Цель настоящей работы – получение и исследование гибридных микрочастиц из поли(L,L-лактида) и гидроксиапатита, полученных методом испарения растворителя из эмульсий масло/вода при использовании наночастиц ГА, как эмульгирующей составляющей в дисперсной фазе или в дисперсионной среде при формировании полилактидных микрочастиц.

В первом случае в роли «масляной» дисперсной фазы выступала дисперсия наночастиц ГА в 6 мас. % растворе поли(L,L-лактида) (PLA) (ММ 160 кДа) в смеси растворителей CH2Cl2: ацетон (9:1), а «водной» дисперсионной средой являлась дистиллированная вода. Во втором

случае дисперсной фазой являлся 6 мас.% раствор PLA, а дисперсионной средой — суспензии наночастиц ГА в воде с концентрациями 0.1–1 мас.%, в т.ч. предварительно обработанные ультразвуком (УЗ). Процесс формирования микрочастиц заключался в перемешивании фаз с использованием верхнеприводной мешалки до испарения растворителей из дисперсной фазы, вследствие чего эмульсия переходила в суспензию твердых микрочастиц, которые фракционировали по размерам, промывали дистиллированной водой и сушили лиофильно.

В результате, в первом случае, получились микрочастицы со структурой матрица/включения, где керамические наночастицы содержались не только на поверхности полилактидных микрочастиц, но и в их объеме. При увеличении содержания ГА в дисперсной фазе выход микрочастиц не менялся, но уменьшался их средний размер и менялась морфология микрочастиц, которые теряли свою сферическую форму. Во втором случае получились микрочастицы со структурой ядро/оболочка, где керамические наночастицы находились только на поверхности сферических полилактидных микрочастиц. Выход микрочастиц увеличивался при увеличении концентрации ГА в дисперсионной среде, так же увеличивался средний размер. Предварительная УЗ

обработка дисперсионной среды повлияла на капсулообразование. При её использовании наблюдалось меньшее количество капсул

Термоэлектрические свойства смесей полипропилена и сверхвысокомолекулярного полиэтилена с техническим углеродом

Чижов А.С., Саньярова М.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Марков А.В.
РТУ МИРЭА, Москва
andreu95@e1.ru

Использование саморегулирующихся полимерных нагревателей в настоящее время является наиболее перспективным средством борьбы с обледенением и подогрева технических объектов и дорожных покрытий. Благодаря надежности и энергоэффективности они уже применяются в авиатехнике и оборудование аэродромов. Особыми свойствами данным саморегулирующимся кабелям придает полимерная композитная матрица с технического углерода. Основой таких композитов является сшитый полиэтилен (ПЭ), наполненный техническим углеродом (ТУ).

Целью работы исследования заключалась в повышении термостабильности саморегулирующихся электропроводящих полимерных композитов методом, исключающим сшивание полимерной матрицы, за счет добавления в электропроводящий композит сверхвысокомолекулярного ПЭ (СВМПЭ).

Под термостабильности понимается сохранение высокого отключающего электрического сопротивления (эффект ПТК) при отсутствии резкого падения электрического сопротивления при принудительном перегреве нагревателя (эффект ОТК), вызывающее разрушение несшитого ПЭ нагревателя. Ранее было показано, что в смесях ПЭ и ПП указанный нежелательный эффект снижается [1,2]. Похожий эффект был получен и при введении порошка СВМПЭ в ПЭ [3]. Использование ПП композиций с ТУ, модифицированных 20% СВМПЭ, позволило получить композиты с отключающим эффектом ПТК при заданных температурах начала плавления полиэтилена (80-90°С) [3]. В то же время нежелательный эффект ОТК отсутствует вплоть до начала плавления ПП матрицы при температуре более 160-170°С. В результате добавление к саморегулирующий матрице ПП с ТУ СВМПЭ делает полимерную матрицу подобной частично сшитой. Одновременно наличие СВМПЭ обеспечивает концентрацию частиц ТУ в ПП и делает использование ТУ более эффективным, повышая его концентрацию в ПП:

$\varphi ПП+ТУ=\varphi 1/(1-\varphi СВМПЭ)$, где φ – объемные доли компонентов.

Дополнительно добавление СВМПЭ в саморегулирующую ПП матрицу повышает ударную вязкость композита. Применения СВМПЭ для саморегулирующихся

обогревательных элементов может применяться для частичной или полной замены производственной стадии сшивки полимерного материала.

Список литературы:

1. Markov V.A., Markov A.V., Poldushov M.A., Abysov E.Y. The influence of the method used to prepare electrically conductive composites based on polyethylene, polypropylene, and carbon black on their properties at elevated temperatures. International Polymer Science & Technology (RAPRA Technology Ltd.). T. 43. No. 3. 2016. P. T13-T18.

2. Марков В.А., Марков А.В., Полдушев М.А., Абысов Е.Ю. Влияние способа приготовления электропроводящих композитов на основе ПЭ, ПП и технического углерода на их свойства при повышенных температурах // Пластические массы. 2015. № 1-2. С. 47-50.

3. Марков А.В., Чижов Д.С. Электропроводящие саморегулирующиеся материалы на основе полиэтиленовых композиций с СВМПЭ и техническим углеродом // ж. Тонкие химические технологии. 2019. Т. 14. № 2. С. 60-69.

4. Марков В.А., Кандырин Л.Б., Марков А.В., Городницкий М.С. Влияние кристаллизации полимера на электрическое сопротивление композиций с техническим углеродом // Конструкции из композиционных материалов. 2013. № 3. С. 35-40.

Влияние количества циклов «складывание-разворачивание» плоского актюатора из углекомпозита с эффектом памяти формы на усилие и степень восстановления его формы

Шаров К.И., Слюсарев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Агапов И.Г.
МАИ, Москва
Deathknight_91@mail.ru

Плоские актюаторы из углекомпозитов с эффектом памяти формы (ЭПФ) (далее актюаторы) используются для изготовления шарниров, служащих для соединения элементов трансформируемой конструкции и их относительного перемещения в процессе её разворачивания из компактно сложенного транспортного состояния в развёрнутое рабочее состояние.

Принцип действия плоского актюатора заключается в изменении его формы от U-образной сложенной до выпрямленной развернутой при его нагреве. При этом важными его характеристиками являются усилие и степень восстановления формы.

Перед использованием в шарнирах актюаторы подвергаются циклическим испытаниям, в результате которых усилие и степень восстановления формы могут изменяться.

Цель работы состояла в исследовании влияния количества циклов на усилие и степень восстановления формы актюатора.

Плоский актюатор с размерами 70×70×3,5 мм, изготовленный методом прессования, представлял собой двухслойный углекомпозит на основе углеродной ткани марки УРАЛ ТР3/2-15 ЭХО и полимерной модифицированной матрицы с ЭПФ с резистивным нагревателем KKA 28V L90 между слоями. Для снятия остаточных напряжений, возникающих в процессе прессования, актюатор подвергался термообработке путем его нагрева до температуры 120°С со скоростью 6°С в минуту с последующим охлаждением до комнатной температуры. Форма актюатора после термообработки называется исходная развернутая.

Усилие и степень восстановления формы актюатора определяли попеременно, предварительно придавая ему исходную развернутую форму перед каждым циклом. Всего проведено десять циклов «складывание-разворачивание». U-образную сложенную форму актюатору придавали с помощью специальной оснастки, предварительно нагревая его в течение трех минут с использованием резистивного нагревателя. При охлаждении актюатора до комнатной температуры его форма фиксировалась за счет стеклования матрицы углекомпозита.

Усилие восстановления формы актюатора определяли с помощью универсальной испытательной машины WDW-10E по максимуму на кривой зависимости усилия от времени.

Степень восстановления формы определяли путем сравнения формы актюатора после завершения процесса восстановления с исходной развернутой формой.

Установлено, что сила при восстановлении формы актюатора заметно уменьшается с 7,8 Н до 4,2 Н по кривой экспоненциального вида.

Степень восстановления формы изменялась незначительно в зависимости от количества циклов — от 99% до 98%. Время восстановления формы также слабо зависит от количества циклов и изменялось в интервале от 175 до 180 секунд.

Исследование трещиностойкости ПКМ при комбинированном нагружении с использованием метода когезионной зоны

Шаталин А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бабаевский П.Г.
МАИ, Москва
aashatalin@yandex.ru

В настоящее время невозможно представить современное авиастроение без применения полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе жестких полимерных матриц, армированных углеродными, органическими или стеклянными волокнами. Данным композиционным материалам свойственна резко выраженная анизотропия при низкой межслоевой трещиностойкости. Для того, чтобы максимально уменьшить влияние этого недостатка и значительно повысить надежность изделий из ПКМ при эксплуатации, необходимо иметь надежные методы прогнозирования устойчивости материалов и конструкций к образованию и развитию существующих и зарождающихся трещин.

При сложных конфигурациях материалов и дефектов, классические методы макро и микромеханики трещин, в частности линейной упругой механики разрушения (ЛУМР) не позволяют аналитически определять параметры трещиностойкости. Решением данной проблемы является сочетание подходов ЛУМР и численных методов, в первую очередь, метода конечных элементов (МКЭ). Данное сочетание стало возможным при использовании представлений о развитии в месте концентрации напряжений зоны локального хрупкого предразрушения, называемой когезионной зоной (КЗ). Поведение КЗ определяется законом когезионной зоны (ЗКЗ), который описывает зависимость локального напряжения от деформации. Имплантация модели КЗ (МКЗ) в численные МКЭ, при известном или заданном ЗКЗ, позволяет рассчитывать условия инициирования и роста как существующих, так и возникающих в местах концентрации напряжений трещин при любой конфигурации, как самого материала, так и дефектов в нем.

Данная работа нацелена на разработку в программном комплексе «ANSYS» при имплантации МКЗ в МКЭ численной 3D-модели процесса расслоения стандартного образца слоистого ПКМ по моде II, что позволяет исследовать трещиностойкость слоистого композита при совместном действии нормальных и касательных напряжений. Для адекватного уменьшения объема вычислений с обеспечением достаточной их точности при численном моделировании расслоения образца слоистого ПКМ применён метод выбора оптимального количества и размера конечных когезионных элементов (ККЭ) по экспериментально определенной длине КЗ lcz в соответствие с микромеханической моделью Баренблатта по данным о критической интенсивности высвобождения упругой энергии при расслоении по моде I, моде II и локальной прочности сцепления слоев ПКМ.

Формование материалов из поликапролактона и оценка скорости их деградации

Шинкарёва М.В., Бирдибекова А.В., Попырина Т.Н.
Научный руководитель — к.х.н. Демина Т.С.
МАИ, Москва
m.shinkareva29@mail.ru

Поликапролактон (ПКЛ) – биоразлагаемый синтетический полиэфир, который широко используют в медицине, в моделировании, лепке, микроэлектронике и в упаковочной промышленности. Несомненными преимуществами поликапролактона перед другими биоразлагаемыми полимерами являются легкость формования материалов на его основе, а также способность к деградации, скорость которой можно регулировать.

Цель настоящей работы – получение и исследование различных материалов из поликапролактона (пленок, микрочастиц и нетканых материалов), а также оценка скорости деградации пленок из ПКЛ в средах с различной ионной силой и pH. Для этого были сформованы:

• Пленки из поликапролактона методом полива 10 мас.% раствора в хлороформе;

• Микрочастицы из поликапролактона и смеси поликапролактон/полилактид (ПКЛ/ПЛА) методом испарения растворителя из эмульсий масло/вода. В качестве «масляной» дисперсной фазы использовали 6 мас.% раствор ПКЛ (или 6 мас.% раствор смеси ПКЛ/ПЛА при разном соотношении компонентов) в смеси дихлорметан/ацетон (9/1 об/об), «водной» дисперсионной средой служил 1 мас.% раствор поливинилового спирта в воде;

• Нетканый волокнистый материал из 30 мас.% раствора поликапролактона в хлороформе методом электроспиннинга на установке NanoNC Модель ESR100D (Южная Корея).

Морфология материалов из поликапролактона была изучена с помощью оптического Levenhuk D320L (Levenhuk, США) и сканирующего электронного PhenomProX (PhenomWorld, Нидерланды) микроскопов. Было установлено, что пленки и микрочастицы из поликапролактона имеют гетерогенную и неоднородную морфологию поверхности, что связано, вероятно, кристаллизацией поликапролактона и образованием сферолитов. Несмотря на хорошую совместимость ПКЛ с другими полиэфирами, у микрочастиц из смеси ПКЛ/ПЛА можно наблюдать фазовое разделение в процессе испарения растворителя из дисперсной. Нетканый материал из ПКЛ состоит из хаотично переплетённых однородных по толщине и бездефектных полимерных волокон со средним диаметром 2-3 мкм.

Была проведена ускоренная деградация пленок из поликапролактона в водных растворах с различной ионной силой и pH. Для этого плёнки были помещены в пробирки с завинчивающимися колпачками, содержащие 1M NaOH, дистиллированную воду и физиологический раствор (0.9% NaCl) на 6 недель при комнатной температуре. Образцы были взяты в четырех повторах для каждой из 6 временных точек, а данные рассчитывали, как среднее.

Деградация пленочных материалов поликапролактона была оценена гравиметрическим методом в виде зависимости потери массы от времени. Было установлено, что потеря массы у образцов, находившихся в дистиллированной воде и физ. растворе, не превышает 5%. Образцы, проведенные в 1M NaOH, потеряли 78% массы за 6 недель инкубации.

Автор выражает благодарность А.С. Курьяновой (Первый МГМУ им. Сеченова, ИХФ РАН) за помощь в изготовлении нетканого материала. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ МК-1974.2019.3 (в части получения и исследования микрочастиц).

Полимерные композиционные материалы на основе эпоксидных композиций с временным пластификатором для трансформируемых оболочковых космических конструкций

Юдина М.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Козлов Н.А.
МАИ, Москва
yud1namarie@yandex.ru

С активным освоением космического пространства возникла потребность резкого расширения объема и номенклатуры жилых и технических помещений в космических комплексах, находящихся на околоземной орбите. Из-за ограничений при транспортировке модулей до места назначения, признано перспективным создание орбитальных комплексов с использованием трансформируемых конструкций, которые помещаются в летательный аппарат в сложенном состоянии, а после вывода на орбиту тем или иным способом преобразуются, резко увеличивая полезный объем. Преобразование конструкций возможно механически или пневматически (раздувом). Второй способ трансформирования является более простым и активно используется для создания разворачиваемых конструкций, в т.ч. на Земле, но его недостатком является необходимость постоянно поддерживать внутреннее давление в конструкции.

Решить задачу фиксации формы конструкции можно с помощью управляемого ужесточения одного из слоев стенки конструкции из полимерного композиционного материала (ПКМ) на основе термореактивной матрицы. Для этого предлагается пропитывать армирующую ткань термореактивной композицией и получать на её основе первичную редкую сетку, которую в дальнейшем пластифицировать реакционноспособным пластификатором, переводя материал в эластичное состояние, что позволяет легко его складывать. В выбранный момент времени путем нагрева встроенными нагревателями пластификатор отверждают, что приводит к стеклования полимерной матрицы и управляемому ужесточению конструктивных элементов из таких ПКМ.

Цель работы состояла в изучении кинетики отверждения первичной сетки, набухшей во временном реакционноспособном пластификаторе и определении термомеханических свойств препрегов и ПКМ на основе такой композиции.

Объекты исследований представляли собой композиции на основе первичной сетки (эпоксидная смола, отвержденная алифатическим полиамином) и эти же композиции, пластифицированные временным активным пластификатором (смесь эпоксидной смолы с ангидридом), препреги на основе таких композиций и стеклоткани (Т-10-80) или арамидной ткани (арт.86-130-02) при соотношении связующее/ткань 40/60 и 50/50 масс. % для препрегов с стеклотканью и арамидной тканью соответственно, а также отвержденные ПКМ на их основе.

Кинетику отверждения определяли методом ДСК на NETZSCH DSC 214 в динамическом режиме в диапазоне температур -50 ÷ +250°C со скоростью нагрева 20 град./мин на образцах редко-сетчатого полимера, набухшего во временном пластификаторе массой 10 мг. По комплексному пику рассчитали степень завершенности реакции в зависимости от режимов отверждения.

Исследование термомеханических свойств препрегов и ПКМ на их основе на образцах в форме балок размерами 40×10×1 мм проводили методом ДМА на установке NETZSCH DMA 242 со скоростью 5 град./мин в диапазоне температур -30 ÷ +110°C для препрегов только с первичной сеткой, и в диапазоне +23 ÷ +160°C для препрегов с активным пластификатором. Установлено, что динамический модуль упругости препрегов изменяется в пределах 12500-2500 МПа для препрега с арамидной тканью и первичной сеткой и 8000-100 МПа для стеклоткани и первичной сетки. Пластификация приводит к уменьшению значений динамического модуля упругости для ПКМ и к увеличению температуры стеклования ПКМ.

Технология получения синтактических углеродных пен

Юсупов И.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Галимов Э.Р.
КНИТУ-КАИ, Казань
ilnar.usupov.1999@mail.ru

Новый уровень развития современной техники могут обеспечить только принципиально новые функциональные материалы с улучшенными свойствами, а также высокоэффективные и ресурсосберегающие технологии получения изделий на их основе. В последние десятилетия во многих странах проводятся исследования, направленные на разработку сверхлегких пеноматериалов, получаемых на основе полимеров (пенопласты) и неорганических материалов, в том числе углерода. Полимерные пены находят широкое применение для теплоизоляции и звукоизоляции, повышения жесткости многослойных конструкций, демпфирования вибрационных нагрузок и т. п. Пены на основе углерода используют для получения теплоизолирующих и теплопроводных материалов с заданными физико-механическими свойствами, применяемых для изготовления изделий во многих отраслях промышленности [1-5].

Среди углеродных пен особое место по эффективности и перспективности применения находят синтактические углеродные пены (СУП). Это перспективные материалы упорядоченной структуры, обладающие целым рядом уникальных свойств: высокие удельные прочностные характеристики, регулируемый коэффициент теплопроводности, электропроводность, высокая тепло- и термостойкость, устойчивость к воздействию различных агрессивных сред и др. [1-8].

В последние десятилетия в РФ и за рубежом проводятся экспериментально-теоретические исследования, направленные на разработку новых сырьевых материалов для получения пенообразующих композиций с заданными свойствами, удовлетворяющих эксплуатационным требованиям. В результате комплексных исследований разработан широкий спектр пен, в том числе и синтактических, находящих применение в различных отраслях промышленности, в том числе в авиакосмической, энергетике, судостроении и т. п.

Рассмотрим технологию получения теплопроводных синтактических углеродных пен с заданными свойствами на основе графитирующихся, в том числе мезофазообразующих материалов.

Для определения влияния состава, соотношения компонентов и технологии получения СУП на их структуру и эксплуатационные характеристики проводили исследования физико-механических (кажущаяся плотность, пористость, предел прочности при сжатии, твердость по Виккерсу), теплофизических (температурный коэффициент линейного расширения, коэффициент теплопроводности) свойств.

В качестве исходного компонента используется каменноугольный или нефтяной пек с выходом мезофазы не менее 20 масс.%. Для повышения теплопроводности СУП в смесь могут быть добавлены мезофазные микросферы, полученные термообработкой исходного пека до температуры мезофазообразования (400-500 °С) с последующей экстракцией растворимой части в толуоле. Мезофазные микросферы следует добавлять для повышения выхода мезофазы из пека до 40-50 масс.%. Смешивание указанных компонентов проводят в смесильной машине температуре выше температуры размягчения исходного пека. Полученную смесь загружают в колбу, добавляют толуол, перемешивают якорной мешалкой, кипятят с обратным холодильником в течение 60 мин., затем охлаждают до температуры не выше 40 °С и удаляют растворитель отгонкой под вакуумом на роторном испарителе, после чего проводят сушку под вакуумом на роторном испарителе при остаточном давлении 10 мм рт.ст. и температуре 120 °С в течение 60 минут. После смешивания массу охлаждают и измельчают на вибромельнице. Затем проводят низкотемпературную карбонизацию «зеленой» пены под давлением при температуре 900 °С. Полученные образцы помещают в графитовые тигли с крышками, которые устанавливают в электровакуумную печь, откачивают внутреннее пространство печи до остаточного давления менее 1 мм рт.ст. Печь в

течение 8 ч нагревают до температуры 2100 °С, проводят выдержку в течение 2 ч, затем охлаждают естественным образом и извлекают образцы. Далее проводят графитацию при 2700 °С и пироуплотнение в печи, которую герметизируют, продувают аргоном, после чего образцы нагревают и выдерживают при температуре 1100 °С, давлении метана 8-12 мм рт.ст. в течение 20-120 часов.

Данная технология позволяет получить синтактические углеродные пены высокого качества, а также с заданными свойствами.

Секция №8.5 Материаловедение и технология металлических материалов

Порошковые материалы для детонационного напыления: составы и способы нанесения

Анисимова В.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ильинкова Т.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
vary43791@yandex.ru

Приборо- и машиностроение, авиа- и ракетостроение и другие области техники непрерывно развиваются. Потребность в защите деталей от износа требует нанесения детонационных покрытий.

Интерес к области детонационного напыления постепенно упал. Возможно это связано с недостатком необходимого оборудования, с недостатком области применения. Патентоведение отсутствует, интерес к патентоспособности теряется. Порошки новые не разрабатываются, по всей видимости, разработана вся необходимая номенклатура. Область применения детонационного напыления достаточно узкая.

Рассматриваемый процесс нуждается в дальнейшем изучении потому что получают высокого качества покрытия: твердые, плотные, имеющие высокие адгезионные свойства. Важное значение имеют экспериментальное и расчетное изучение процессов взаимодействия двухфазных потоков с реальными поверхностями деталей.

Среди патентообладателей есть как частные лица, так и различные учреждения, и предприятия: ФГУП "ЦНИИКМ "Прометей", ОАО "УМПО", Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Самарский государственный технический университет", АО "НПЦ газотурбостроения "Салют", Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уфимский государственный авиационный технический университет", ООО НПП "ЭЛЕКТРОМАШ", ФГБОУ ВО "КубГТУ".

Исходя из исследования патентов и статей, можно выделить влияние различных параметров процесса детонационного напыления оксида алюминия на протекание полиморфных превращений в напыляемом материале, технологию пригодную для восстановления изношенных трибоузлов различных механизмов и устройств, получение покрытий и создание наноструктурированных материалов с функционально-градиентными свойствами.

Список литературы:

1. Балдаев, Л.Х. Зависимость полиморфных превращений Al2O3 при детонационном напылении от технологических параметров процесса/ Л.Х. Балдаев [и др.]- Упрочняющие технологии и покрытия.-2016.-№12. – С. 3-11.

2. Балдаев, Л.Х. Абразивная подготовка напыляемой поверхности с помощью детонационной установки/ Л.Х. Балдаев [и др.] — Упрочняющие технологии и покрытия. —2015. — №10. — С. 3-7.

3. Балдаев, Л.Х. Особенности полиморфных превращений детонационных покрытий из оксида алюминия/ Л.Х. Балдаев [и др.]- Упрочняющие технологии и покрытия. — 2015. — №4. — С. 25-33.

4. Ульяницкий, В.Ю. Восстановление трибоузлов детонационным напылением /В.Ю. Ульяницкий, И.С. Батраев, А.А Штерцер -Упрочняющие технологии и покрытия. — 2016. — №10. — С. 19-23.

5. Шишковский, И.В. Лазерная постобработка Al/Al2O3 —Ni композитных покрытий, нанесенных с помощью холодного газодинамического напыления/ И.В. Шишковский, П.А. Подрабинник — Упрочняющие технологии и покрытия. — 2015. — №5. — С. 39-42.

Влияние поверхностного пластического деформирования (обкатка поверхности роликами) низкоуглеродистых сталей на их физико-химические свойства

Ахметзянова Л.Х., Зайцева А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Куртаева Ф.Н.
КНИТУ-КАИ, Казань
landysh-1998@mail.ru

Методы упрочнения поверхностным пластическим деформированием (ППД) широко используют для повышения долговечности и несущей способности деталей. Упрочнение выполняется с целью повышения сопротивления усталости и твердости поверхностного слоя металла и формирования в поверхностном слое напряжений сжатия, а также регламентированного микрорельефа.

Местной упрочняющей обработке с помощью пластической деформации подвергаются детали различных форм, размеров и назначений, изготовленные из различных конструкционных материалов — сталей, чугунов, алюминиевых и титановых сплавов и т.п. Детали, требующие повышенного влияния, упрочняют на вибрационных, барабанных или дробеструйных установках с последующим доупрочнением отдельных, особо ответственных или неупрочненных участков средствами местного упрочнения.

Самым распространенным методом поверхностной пластической деформации (ППД) является обкатка поверхности роликами.

В настоящей работе проведен анализ результатов упрочняющей обработки сталей с использованием различных устройств. Одно из них — устройство для упрочняющей обработки плоских поверхностей деталей — динамометрическое устройство, обеспечивающее равномерное усилие воздействия деформирующего ролика на обрабатываемую поверхность детали не зависимо от начального колебания параметров её шероховатости, твердости, волнистости, формы и других факторов (устройство 1). [1]

Другое – устройство, использующее ультразвуковые колебания (устройство 2). [2]

Проведены сравнительные исследования упрочняющей обработки плоских поверхностей деталей с использованием этих двух устройств.

Пластины из сталей 12Х3НА, 30ХГСА, Х18Н9Т размерами 25×100×10 мм подвергались двум видам обработки: упрочняющей обработке на вертикально-фрезерном станке мод. 6Т13 с использованием устройства 1(D=42 мм, B=16 мм, b=2,2 мм, P=1500 Н, Sпр=20 мм/с, Sпоп=1,5 мм/дв. ход) и обработке с использованием устройства 2, в котором для упрочняющей обработки плоских поверхностей деталей были установлены четыре кольцевых пьезокерамических преобразователя марки ЦТС-19, имеющие каждый удельную акустическую мощность 1,5 Вт/см^2, частоту 18 кГц, наружный диаметр 50 мм, внутренний диаметр 20 мм и толщину 8 мм (Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки // Г.Л. Амитан, И.А. Байсуков и др. / Под общей ред. В.А. Волосатова. — Л.: Машиностроение, 1988. — 719 с.).[2]

Параметрами сравнения двух видов обработки являются интенсивность изнашивания I и усталостная прочность материала по числу циклов нагружения Nц.

Результаты сравнительных эксплуатационных испытаний образцов:

При обработке пластин из стали 12Х3НА поверхностной пластической деформацией при помощи устройства 1 интенсивность изнашивания I=5,1 м/час, число циклов нагружения, которое выдерживает пластина Nц=19300. Для стали 30ХГСА I=4,0 м/час, Nц=20500, а для Х18Н9Т I=4,3 м/час, Nц=18100.

При обработке этих же пластин с помощью устройства 2 результаты иные.

Для стали 12Х3НА I=2,6 м/час, Nц=31800, для 30ХГСА I=1,9 м/час, Nц=34500, а для Х18Н9Т I=2,2 м/час, Nц=32400.

В этой работе показана эффективность упрочняющей обработки плоских поверхностей деталей машин при использовании устройства 2.

Вывод: из анализа результатов видно, что использование второго устройства (устройства 2) для упрочняющей обработки плоских поверхностей деталей позволяет в 1,9-2 раза повысить их износостойкость и на 25-35% увеличить усталостную прочность.

Список литературы:

1. Патент RU № 164 756 U1, опублик. 10.09.2016 Бюл. № 25

2. Патент RU № 190964 U1, опублик. 17.07.2019 Бюл. № 20

3. Лежнев С.Н. Теоретические основы обработки металлов давлением: Учебное пособие. – Темиртау: КГИУ, 2013. – 124 с.

Исследование стойкости молотового штампа при штамповке корпуса втулки на основе компьютерного моделирования

Беляев И.Г.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Овчинников А.В.

Ступинский филиал МАИ, Ступино

vb251198@gmail.com

Горячая объёмная штамповка является доминирующим способом получения высококачественных сложноконтурных деформированных заготовок деталей ответственного назначения [1]. Значительную долю стоимости таких изделий составляют расходы на инструмент — штамп. Стойкость штампов для объёмной штамповки во многом определяется применяемым деформирующим оборудованием. Наиболее низкую стойкость имеют молотовые штампы, что обусловлено как ударным характером их работы, так и высокой скоростной чувствительностью материала заготовки в условиях горячей деформации.

В работе исследована промышленная технология молотовой штамповки корпуса втулки сложной формы из стали 40ХН2МА, включающая нагрев цилиндрической заготовки, осадку, подогрев и окончательную штамповку в открытом штампе. Цель работы заключалась в определении в верхнем и нижнем ручье окончательного штампа потенциально опасных с точки зрения разрушения мест. В качестве инструмента исследования использовали отечественную CAE — систему моделирования процессов пластической деформации QForm. Твердотельные модели поковки и штампов разработаны в Solid Works.

Компьютерное моделирование действующей технологии штамповки показало, что максимальные контактные напряжения в процессе заполнения ручья возникают на 7 и 30 ударах. Их величина составляет 900 МПа в нижнем ручье и 700 МПа в верхнем ручье. В теле верхнего штампа наибольшие средние растягивающие напряжения формируются в области наружных радиусов закруглений ступицы поковки. Аналогичное явление наблюдается и в нижнем штампе по наружным радиусам закругления контура поковки.

Динамика изменения силовых факторов, действующих в штампах, приводит к тому, что в указанных выше потенциально опасных местах ручья прогнозируется не только значительная упругая деформация, но и пластическая, оцениваемая логарифмическим показателем в 0,01 – 0,03. Это может приводить к зарождению и росту разгарных трещин по наружным радиусам закругления и выходу штампа из строя.

В качестве мер снижения риска возникновения разгарных трещин в верхнем и нижнем штампах предложено локальное увеличение радиусов скругления при условии сохранения величины припуска на углах в проблемных местах поковки.

Список литературы:

1. Семёнов Е.И. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х томах. М.: Машиностроение, 1985 г.

Биопокрытия, формируемые микродуговым оксидированием

Васильчикова В.В., Кондрацкий И.О.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Эпельфельд А.В.
МАИ, Москва
valery.1998@bk.ru

Разработка биосовместимых материалов является мультидисциплинарной задачей и требует взаимодействия физиков, химиков, биологов, медиков, поскольку функциональная надежность материалов зависит от их биохимической, клеточной, тканевой и биомеханической совместимости.

В настоящее время одним из широко используемых материалов для имплантатов является титан, который обладает хорошей биосовместимостью. В то же время основным недостатком и сдерживающим фактором для расширения спектра применения титана в дентальной имплантологии, челюстно-лицевой хирургии и травматологии является низкий уровень механических свойств чистого титана. Проблема повышения прочности титана успешно решается за счет его перевода методами интенсивной пластической деформации в ультрамелкозернистое и наноструктурное состояние. Кроме того, перспективными с точки зрения замены титана являются цирконий-ниобиевые сплавы, которые благодаря твердорастворному упрочнению имеют высокие механические характеристики [1].

Биосовместимость титана может быть повышена путем формирования на его поверхности методом микродугового оксидирования (МДО) биопокрытий, улучшающих характеристики металлической основы имплантата. Формирование МДО-покрытий связано с протеканием высокотемпературных физико-химических процессов в зоне локальных микроплазменных разрядов при относительно высоких напряжениях (порядка 102–103 В). При этом происходит окисление металла основы, а также перенос в покрытие компонентов электролита. Наибольший интерес представляют кальций-фосфатные слои, содержащие в своем составе «родные» для костных тканей соединения фосфатов кальция, такие как трикальцийфосфат Ca3(PO4)2 и гидроксиапатит Ca10(PO4)6(OH)2 [2].

Покрытия, полученные методом МДО, обладают полезным спектром физико-химических свойств, а именно высокой твердостью и износостойкостью, коррозионной стойкостью и контролируемой пористостью, что важно для хорошей приживаемости металлических имплантатов различного назначения. Этот метод позволяет формировать на металлической подложке покрытия с развитым рельефом и высокой пористостью, что способствует высокому сцеплению имплантата с окружающими тканями за счет заполнения ими пористых покрытий. В электролит при МДО-обработке вводят неорганические (хлорид, карбонат, фосфат) и органические (ацетат, цитрат, лактат, пропионат) соли кальция в качестве источника кальция, а источником фосфора могут быть фосфорная кислота, фосфаты, гидрогенфосфаты, дигидрогенфосфаты и глицерофосфаты натрия, калия или кальция. Фосфаты кальция, например, гидроксиапатит, добавляют в электролит–суспензию в виде дисперсных микро- и наночастиц.

Список литературы:

1. Шаркеев Ю.П., Псахье С.Г., Легостаева Е.В. и др. Биокомпозиты на основе кальцийфосфатных покрытий, наноструктурных и ультрамелкозернистых биоинертных металлов, их биосовместимость и биодеградация. – Томск, 2014. – 579 с.

2. Rudnev V.S., Lukiyanchuk I.V., Vasilyeva M.S., Medkov M.A., Adigamova M.V., Sergienko V.I.. Aluminum- and titanium-supported plasma electrolytic multicomponent coatings with magnetic, catalytic, biocide or biocompatible properties//Surface & Coatings Technology. 2016. V. 307. P. 1219–1235.

Сверхупругое поведение композиционного материала с матрицей из силиконовой резины и армированием из никелида титана

Виноградов Р.Е., Сперанский К.А., Гуреев И.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гусев Д.Е.
МАИ, Москва
r_vinogradov@mail.ru

Для создания сверхупругих композиционных материалов (КМ) с использованием никелида титана как армирующего элемента в качестве матрицы целесообразно использовать эластомеры группы реактопластов, к которым относятся каучуки, резины и полиуретаны. При выборе конкретного полимера необходимо учитывать его упругую деформацию, которая должна составлять не менее 12%, и модуль упругости, который должен оптимально отвечать механическому поведению волокон никелида титана. По этим показателям подходит силиконовая резина.

В данной работе в качестве матрицы композиционного материала с силиконовой матрицей применяли двухкомпонентный силиконовый компаунд холодного отверждения медицинского назначения “ПентЭласт-750”. Образцы размерами 10x4x80 мм армировали двумя или тремя проволоками диаметром 1, 1,3 и 1,8 мм из сплава ТН1 на основе никелида титана.

Испытания механического поведения композиционного материала, а также отдельных армирующих волокон проводили при 20±2°С по схеме трехточечного изгиба с использованием базы 50 мм. Образцы подвергали последовательному нагружению – разгружению с увеличением прогиба в каждом последующем цикле. В качестве основных характеристик, изучаемых в данной работе стали максимальные усилия и прогиб в цикле, жесткость, а также деформация внешнего слоя матрицы и армирующего волокна.

Испытания композиционного образца, армированного проволокой диаметром 1 мм, показали, что при прогибе 12 мм деформация во внешнем слое композита составила 18%, в это же время армирующее волокно деформируется до 6%. Для сравнения армирующее волокно, испытанное без матрицы, достигает этой деформации при прогибе 8÷9 мм.

Для армирующих волокон из никелида титана при их испытании отдельно от матрицы происходит закономерный рост предельных усилий при увеличении их диаметра. Эта зависимость носит параболический характер, что соответствует изменению момента сопротивления изгибу с ростом диаметра волокна. При этом соответствующие величины упругого и максимального прогиба изменяются незначительно.

Аналогичные закономерности наблюдаются и для композиционных образцов, армированных 2 и 3 волокнами. Можно отметить, что для этих образцов наблюдается снижение максимального прогиба при увеличении числа и диаметра армирующих волокон. При этом упругий прогиб остается примерно одинаковым. Проволока никелида титана диаметром 1,3 и 1,8 мм, работающая в составе композита способна претерпевать деформации около 8% в то время, как композит деформируется на 20-25%.

Можно отметить сильную зависимость жесткости КМ от числа и диаметра армирующих волокон. При этом необходимо учитывать одновременное действие двух факторов по мере повышения диаметра волокон: роста момента сопротивления изгибу у волокна и увеличения объемной доли армирования. Однако при оценке жесткости композиционного образца такой подход не совсем корректен. Так для образцов с двумя армирующими волокнами диаметром 1,8 мм жесткость меньше, чем у двух отдельных волокон.

Обнаруженное выше несоответствие в снижении жесткости композиционного материала, несмотря на повышение усилий его деформирования связано с тем, что максимальное усилие для армирующих волокон наблюдается при значительно меньших прогибах и деформациях, чем для силиконовой матрицы и композиционного материала. Это связано с тем, что в волокнах при нагрузках происходит снижение усилий деформирования при реализации СУ, а силиконовая матрица деформируется упруго до высоких степеней деформации.

Установленные закономерности показывают перспективность применения данного материала для изготовления медицинских изделий, применяемых в травматологии и ортопедии.

Состояние и возможные пути развития современных систем автоматизированного проектирования пресс-форм для литья пластмасс

Воронов А.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Ершов М.Ю.
Московский Политех, Москва
santeyvoronov@mail.ru

В современных машинах, электронной и бытовой технике, спортивном инвентаре, изделиях ширпотреба доля пластмассовых деталей возрастает из года в год. Увеличивается не только их суммарная массе, но и расширяется номенклатура, львиная доля которых изготавливается литьем под давлением. Данный способ позволяет получать высокоточные детали сложной конфигурации, при этом высокое качество деталей обеспечивается высоким техническим уровнем литьевых машин и пресс-форм. Конструирование и изготовление пресс-форм представляет собой сложный, многостадийный процесс, включающий разработку с использованием пакетов САПР и изготовление дорогостоящей металлической оснастки.

Наиболее распространены следующие САПР для пресс-форм:

• «Пресс-формы 3D» (приложение для Компас-3D) позволяет анализировать модель изделия, проектировать формообразующие элементы, моделировать пакет пресс-формы в автоматическом режиме, контролировать конструктивную допустимость деталей формы и автоматически формировать комплект конструкторской документации [1];

• SolidWorksc интегрированными в него различными приложениями в том числе от сторонних фирм позволяет анализировать модель изделия и проектировать формо-образующие элементы, моделировать процессы литья, затвердевание и коробление изделия, а также обладает экспертной системой для повышения технологичности процесса [2, 3];

• PTCCreo обладает подобным SolidWorksнабором функций, но является более производительной системой, а также имеет, например, такую сложную функцию, как компенсация анизотропной усадки [4].

Проектирование пресс-формы сводится к компоновке рабочей зоны, а именно выбору нужного сечения получаемого изделия, расчету и подбору схемы расположения гнезд, их количества (т.е. количества получаемых за один цикл изделий), конструированию литниковой системы, системы охлаждения и системы выталкивания изделий из гнезд. Решения конструкторских задач зависят от многих факторов, таких как: материал изделий, сложность их формы, применяемое оборудование и многое другое. Как правило, существует несколько вариантов решения этих задач, и работа конструкторы состоит в выборе оптимального варианта с точки зрения технологических возможностей данного предприятия.

Исходя из личного опыта автора статьи и опыта коллег, сформулированы требования к САПР, выполнение которых должно сократить время проектирования пресс-форм и отладки при запуске производства.

• Создание оптимальных условий конструктору для проектирования рабочей зоны пресс-формы (получение математической модели рабочей зоны с её визуальным контролем и корректировкой в диалоговом режиме) и определение типа и общих габаритов блока и пакета формы в автоматизированном режиме;

• Минимизация ручного проектирования блока и пакета формы, т.е. автоматизация данной части проектирования в зависимости от результатов конструирования рабочей зоны и расчета общих размеров формы [5].

• Возможность при помощи модулей, входящих в программные комплексы, моделировать процессы, протекающие в литьевой форме, и оптимизировать их; например, производить анализ заполняемости форм и выдержки получаемых изделий;

• Моделирование затвердевания изделий и их возможное коробление;

• Моделирование системы охлаждения пресс-формы, ведь охлаждение изделия в форме занимает более 50% от общего литьевого цикла и является важным этапом производственного процесса, а неправильное расположение и производительность системы охлаждения могут

стать причиной образования пористостей, раковин, как внутри изделия, так и на его поверхности, привести к короблению и остаточным напряжениям в изделии [6];

• Наличие библиотек стандартных компонентов не только для формирования пакета формы, но и для формирования выталкивающей системы, литниковой системы (в т.ч. горячеканальной), системы охлаждения, направляющих элементов и т.д.

Большинство программных комплексов не обладают подобным набором функций, в связи с чем, зачастую, приходится пользоваться дополнительными программами.

Список литературы:

1. Пресс-формы 3В. Руководство пользователя https://support.ascon.ru/source/info_materials/user-manuals/rukovodstvo-polzovatelya-press-formy-3d.pdf

2. Андрей Шишин. SolidWorksPlastics — анализ технологичности проектирования пресс-форм, САПР и графика 11`2013

3. Нисан А., Как с помощью аддитивных технологий повысить производительность термопластавтомата на 40%/ А. Нисан. – Вектор высоких технологий №3 (38) 2018.

4. Д.И. Копелиович, С.А. Кадушкина, Анализ возможностей модуля solidworksplastics для проектирования пресс-форм.

5. Давыдкин А.С. Автоматизированное проектирование пресс-форм для литья термопластов под давлением на темопластавтоматах/А.С. Давыдкин, М.В. Красиков, М.В. Никулин. – М.: Полимерные материалы.

6. Пантелеев, А.П. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмасс/ А.П. Пантелеев, Ю.М. Шевцов, И.А. Горячев. – М.: Машиностроение, 1986. – 397 с.

Совершенствование вакуумных способов нанесения жаростойких покрытий

Габдуллина И.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ильинкова Т.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
indira98_2009@List.ru

Авиа- и ракетостроение и другие области техники непрерывно развиваются. Потребность в защите деталей от высокотемпературной газовой коррозии, от окисления неметаллических материалов требует нанесения жаростойких покрытий.

В данной работе рассмотрены причины высокотемпературной газовой коррозии, механизмы обеспечения жаростойкости изделий, а также проведен патентный поиск по способам нанесения жаростойких покрытий. Поиск был произведен с помощью информационно-поисковых систем: FindPatent.ru, Fips.ru, Яндекс Патенты. Патентный анализ способов нанесения жаростойких покрытий включает патенты 1990-2019 гг.

Среди патентообладателей есть как частные лица, так и различные учреждения: российские государственные университеты, научно-производственные предприятия.

На сегодняшний день известны способы диффузионного, газотермического, вакуумного нанесения жаростойких покрытий.

Особенности новых способов нанесения жаростойких покрытий:

• Несколько патентов предполагают вакуум-плазменное напыление на поверхность детали;

• Жаростойкие покрытия преимущественно наносятся чередующимися слоями (Патент [1] – слои металла и керамики; [2] – наносимые керамические слои тугоплавких окислов металлов разделяются промежуточными компенсационными слоями пластичного металла, в качестве чередующихся керамических слоев тугоплавких окислов металлов наносят слои окислов хрома и иттрия до получения слоя тугоплавкой шпинели YCrO3;

[3] – в жаростойком покрытии, состоящем из чередующихся слоев тугоплавких окислов металлов, разделенных компенсационными слоями пластичного металла, слои тугоплавких окислов дополнительно содержат не более 40% пластичного металла, а компенсационные слои дополнительно содержат не более 20% тугоплавких окислов.);

• Для окончательного формирования покрытия применяют отжиг (Патенты [4], [5], [6]).

Список литературы:
1. Патент № 2014145409 «Жаростойкое металлокерамическое покрытие и способ его нанесения» Васильев Е. В., Мельников П. А., Попов А. Н.
2. Патент № 2558783 «Способ нанесения жаростойкого металлокерамического покрытия на изделия из жаропрочных сплавов» Васильев Е. В., Гончаров В. С., Гончаров М. В., патентообладатели: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тольяттинский государственный университет".
3. Патент № 2614320 «Жаростойкое металлокерамическое покрытие и способ его нанесения» Васильев Е. В., Мельников П. А., Попов А. Н. и др.
4. Патент № 2272089 «Способ нанесения комбинированного жаростойкого покрытия на лопатки турбин» Панков В. П., Ковалев В. Д., Коломыцев П. Т. и др.
5. Патент № 2005119595 «Способ нанесения комбинированного жаростойкого покрытия» Панков В. П., Панков Д. В. и др.
6. Патент № 2145363 «Способ нанесения комбинированного жаростойкого покрытия» Панков В.П., Ковалев В.Д., Коломыцев П.Т.

Основные направления создания новых жаростойких покрытий

Гараев Р.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ильинкова Т.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
treeteey@yandex.ru

Основные направления создания новых жаростойких покрытий заключаются в следующем:

1) Усложнение состава покрытия:

• В работе [1] предлагается дополнительное введение наполнителей в порошки в виде гидрата окиси алюминия, алюминий-кремния, алюминия для повышения коррозионной стойкости;

• В работе [2] предлагается добавление редкоземельных металлов и лантаноидов с атомными номерами от 58 до 71 для повышения антиокислительных защитных свойств особожаропрочных конструкционных материалов (углерод-углеродные и углерод-керамические композиционные материалы, углеграфитовые материалы, сплавы на основе Nb, Mo, W), широко применяемые в авиакосмической, ракетной и других отраслях промышленности;

• В работе [3] было предложено введение в эмалевые жаростойкие покрытия стеклокерамику 25BaO-25Al2O3-50SiO2 для снижения разницы между рабочей температурой и температурой формования покрытия, что уменьшит коробление и выгорание легирующих элементов;

• В работе [4] предложено упрочнение дисперсными частицами нитридов и карбонитридов хрома позволит повысить срок службы покрытия и снизить его хрупкость;

• Введение тантала, вольфрама, кобальта, гафния, кремния и углерода в определенном соотношении, что позволит повысить долговечность детали в условиях высокотемпературной газовой коррозии.

2) Создание градиента содержания алюминия в покрытии позволит повысить коррозионную стойкость. Процессы диффузии алюминия из покрытия в образец замедляются и сохраняется максимальная концентрация алюминия на поверхности покрытия в течение многих часов работы образца при высоких температурах.

3) Создание покрытий с разнородными функциональными слоями и/или подслоями. К ним относятся:

• Система подслой – жаростойкий слой – внешний керамический слой позволит повысить долговечность деталей с многослойным теплозащитным покрытием в условиях интенсивного циклического термического воздействия при работе в условиях высоких температур;

• Система из чередующихся слоев керамики из тугоплавких окислов металлов и компенсационных слоев из пластичного металла обеспечивает повышение прочности и жаростойкости металлокерамических покрытий [5];

• Разделение жаростойкого слоя нанослоями, полученными ионной имплантацией одного или нескольких элементов Nb, Pt, Yb, Y, La, Hf, Cr, Si, Pd, Ag, N, C, B, W, V, Ti, Zr обеспечивает повышение жаростойкости покрытия при одновременном повышении выносливости и циклической прочности лопаток.

Список литературы:

1. Состав для получения коррозионностойкого и жаростойкого покрытия на деталях из конструкционных сталей или жаропрочных сплавов на основе никеля: пат. 2455390 Рос. Федерация. № 2010140694/02; заявл. 05.10.10; опубл. 10.04.12, Бюл. № 33.

2. Материал для жаростойкого защитного покрытия: пат. 2685905 Рос. Федерация. № 2017142183; заявл. 05.12.17; опубл. 23.04.19, Бюл. № 12.

3. Жаростойкое покрытие: пат. 2661942 Рос. Федерация. № 2017135536; заявл. 05.10.17; опубл. 23.07.18, Бюл. № 21.

4. Многокомпонентное дисперсно-упрочненное жаростойкое покрытие: пат. 90795 Рос. Федерация. № 2009130235/22; заявл. 06.08.09; опубл. 20.01.10, Бюл. № 2.

5. Жаростойкое металлокерамическое покрытие и способ его нанесения: пат. 2614320 Рос. Федерация. № 2014145409; заявл. 11.11.14 ; опубл. 24.03.17, Бюл. № 9.

Анализ механизма формирования остаточных напряжений в образцах, полученных при помощи аддитивного производства

Герман М.А., Лиджиев А.А., Слезов С.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва
ferrarigerman@gmail.com

При использовании аддитивных технологий, когда изделие формируется послойно, в материале могут возникать напряжения, уравновешивающиеся в объеме одного или нескольких слоев.

По результатам экспериментов были определены распределения напряжений в плоскости роста (НПР-ПН).

Как показали проведенные исследования основные изменения в напряженном состоянии происходят вдоль направления роста. Установлено, что в исходном состоянии в образцах, полученных селективным лазерным сплавлением, действующие вдоль направления роста (НР) напряжения достигают значений до 600 МПа, в тоже время в образцах, полученных посредством метода ПЛНМ – значений, приближающихся к пределу текучести, которые составляют 950 МПа. Это объясняет появление трещин и поводок заготовок, полученных методом ПЛНМ.

Наиболее распространенным видом термической обработки для снятия напряжения является отжиг. Поэтому на следующем этапе изучали остаточные напряжения после отжига. Для метода СЛС использовалось два режима вакуумного отжига: нагрев до 820°С и 850°С с выдержкой в течение 2 часов с последующим охлаждением с печью, а для ПЛНМ метода – нагрев до 820°С, выдержка 2 часа и охлаждение в печи.

После проведения отжига при 820°С образцов, полученных СЛС, остаточные напряжения уменьшились более, чем вдвое и не превышали 300 МПа. Повышение температуры вакуумного отжига до 850°С приводит к более значительному снятию напряжений до значений около 200 МПа. Вакуумный отжиг ПЛНМ-образцов приводит к уменьшению уровня напряжений на треть, до 600 МПа.

Отметим, что заготовки, полученные при помощи метода ПЛНМ, обладают рядом существенных недостатков, в том числе анизотропией свойств в различных направлениях, наличием пор, высокими остаточными напряжениями и низкими физико-механическими

свойствами. Проведенный вакуумный отжиг не привел к значительному снижению напряжений.

На следующем этапе работы проводилось исследования остаточных напряжений после дополнительной термоводородной обработки на образцах, полученных при помощи метода селективного лазерного сплавления.

Образцы исследовали после ТВО, проведенной по двум схемам:

• Наводороживающий отжиг (НО) в β-области (850°С) с последующим вакуумным отжигом при различных температурах;

• Наводороживающий отжиг (НО) в (α+β)-области (750°С) с последующим вакуумным отжигом при различных температурах;

При высокотемпературном вакуумном отжиге (820°С, 4 часа, печь) после наводораживающего отжига (НО) в β-области происходит снижение остаточных напряжений на 14% по сравнению с исходным состоянием, в то время как, при охлаждении из (α+β)-области – на 21%, но при этом комплексные физико-механические свойства первого режима наиболее близки к характеристикам деформированных полуфабрикатов из промышленных титановых сплавов.

Термоводородная обработка, включающая наводороживание при 850°С и низкотемпературный вакуумный отжиг при 625°С, с выдержкой в течении 8 часов и последующим охлаждением с печью позволяет снизить остаточные напряжения до 300-350 МПа. После наводороживающего отжига в двухфазной области и низкотемпературного вакуумного отжига напряжения в образце релаксируют менее эффективно.

Последующее исследование четырёхступенчатого вакуумного отжига, включающего: нагрев и выдержку в течении трех часов при температуре 550°С с повышением температуры до 650°С и выдержкой 2 часа и последующими двумя степенями нагрева до 750°С и 820°С и выдержкой по часу и охлаждением в печи позволили зафиксировать уровень остаточных напряжений для образцов, наводороженных в β-области, на уровне 400 МПа в среднем и для образцов с наводораживающим отжигом из (α+β)-области (750°С) на уровне 650 МПа.

Таким образом, селективное лазерное сплавление является более предпочтительным методом 3D-печати в сравнении с прямым лазерным нанесением металла, поскольку обеспечивает формирование более однородной структуры материала, меньшую анизотропию свойств, отсутствие газовой пористости, высокие усталостные характеристики и меньший уровень остаточных напряжений, а вместе с тем высокую пластичность и вязкость изделия.

Легирование жаропрочных титановых сплавов на основе интерметаллида TiAl

Гуркина Е.Д., Изотов А.Н., Смирнова Е.А.
Научный руководитель — к.т.н. Ягудин Т.Г.
МАИ, Москва
79606694938@yandex.ru

Основной областью использования жаропрочных титановых сплавов на данный момент являются авиационные газотурбинные двигатели, в современных деталях их весовая доля составляет около 40 %.

В последние годы большое внимание уделяется титановым сплавам, содержащим в своей структуре большее или меньшее количество химического соединения различного типа. На данный момент особый интерес представляют жаропрочные сплавы на основе алюминидов титана Ti3Al и TiAl,

Пластичность алюминида TiAl может быть увеличена, если л при легировании использовать такие элементы, как: Be, Cr, Nb, Mo, Ni, Si, Sn, Mn, V, W, Ag, Ga.

B, C, Cr, Nb, Ta, W, в свою очередь, улучшают сопротивление ползучести сплава. Nb, Si, Ta, W повышают жаростойкость интерметаллида TiAl, а ванадий увеличивает скорость его

окисления при повышенных температурах. Оптимальный набор свойств достигается в том случае, если происходит многокомпонентное легирование.

Основой разработанных сплавов является обедненное алюминием соединение с 46…48 % (ат.) Al. Подобный химический состав определяет максимальную пластичность как в двойных, так и в тройных сплавах. Наиболее распространенные легирующие элементы C, Cr, Mn, Nb, Si, Ta, W. Отметим лишь легирование некоторых сплавов боридом титана TiB2, который повышает характеристики жаропрочности по механизму дисперсного упрочнения. Сплавы на основе алюминида титана имеют более высокую пластичность по сравнению с другими сплавами аналогичного назначения.

Обладая низкой плотностью т высокой прочностью интерметаллид TiAl значительно превосходит ныне известные жаропрочные сплавы никеля по удельным значениям модулей упругости и показателям жаропрочности в широком интервале температур, вплоть до 850 °C.

Качество поверхности латуни Л63 после лазерной резки

Гусев А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонова И.В.
ТулГУ, Тула
Valzur21@gmail.com

Лазерная резка (ЛР) является передовой технологией раскроя листового металла, которая достаточно успешно применяется на современном производстве. Подобный процесс обработки материала основан на использовании в качестве инструмента сфокусированного лазерного луча определенной мощности. Исследований, посвященных влиянию ЛР на свойства сталей разных марок, проведено в большом объеме, публикации по влиянию лазерной резки на микроструктуру и микротвердость приповерхностных областей сплавов на основе меди практически отсутствуют [1].

Целью данной работы является исследование приповерхностных областей листов латуни Л63 (ГОСТ 15527 – 2004) толщиной 2 мм после ЛР по различным режимам. Мощность лазерной резки варьировали в диапазоне 1000-1400 Вт, скорость – 1500-2500 мм/мин, фокусное расстояние (F) – 293-297 мм. Давление вспомогательного газа поддерживали на постоянном уровне 1,2 МПа.

Макрофрактографический анализ поверхности реза выполняли для определения особенностей её макростроения, а также подтверждения отсутствия грата. Расчет распределения температур от поверхности реза в глубь образца после ЛР по различным режимам проводили по рекомендациям [2]. Оценку шероховатости Rz осуществляли на портативном измерителе TR 220. Измерение микротвердости приповерхностных областей по методу Виккерса (ГОСТ 2999-75) выполняли на твердомере HV1000 (нагрузка 0,1 кг, время выдержки 10 с). Микроскопический анализ на оптическом микроскопе Axio Observer при увеличении (x200) осуществляли на микрошлифах, поверхность которых включала область вблизи кромки реза.

Макрофрактографический анализ показал наличие двух зон на поверхности реза – зоны лазерного воздействия и зоны выдувания газом. Зона выдувания газом составляет большую часть ширины (~93 %) поверхности реза.

Оценка шероховатости поверхности на портативном измерителе TR 220 показала значение RZ = 47,33 мкм, что при сравнении с механической обработкой соответствует чистовому строганию.

Расчет распределения температур позволил сделать вывод о том, высокие температуры непосредственно у края реза снижаются постепенно по мере удаления от него таким образом, что протяженность зоны термического влияния (ЗТВ) колеблется от 1 до 1,4 мм. Регрессионным анализом установлено, что основное влияние на протяженность ЗТВ оказывает мощность ЛР, меняя мощность в пределах заданного диапазона можно увеличить протяженность ЗТВ на 25 %. Варьирование скорости изменяет на 7 % протяженность ЗТВ.

Микротвердость от поверхности реза при всех режимах ЛР остается неизменна по всей протяженности ЗТВ. Был проведен дисперсионный однофакторный анализ, который свидетельствует о том, что на средний уровень микротвердости приповерхностной области режимы ЛР оказывают незначимое влияние.

По сравнению с исходным состоянием у исследуемых образцов после ЛР по различным режимам не наблюдаются изменения в микроструктуре приповерхностной области. Микроструктура представлена сравнительно равновеликими зернами и соответствует микроструктуре однофазной α-латуни.

При режиме ЛР с максимальными значениями скорости (2500 мм/мин) и мощности (1400 Вт) вблизи поверхности реза были обнаружены микротрещины.

Проведенные исследования позволяют считать, что для заготовок Л63 после ЛР механическая обработка должна быть направлена только на уменьшение шероховатости Rz поверхности реза, необходимость удаления зоны термического влияния отсутствует. Из-за выявления микротрещин близи поверхности реза, режимы с высокими значениями мощности и скорости следует избегать.

Список литературы:

1. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А. Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 664 с.

2. Безъязычный В. Ф. Расчетное определение температуры в поверхностном слое детали при лазерной резке / В. Ф. Безъязычный, А. А. Семенов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2013. — №7. – С. 35-40.

Разработка порошковой технологии получения высокотемпературных материалов на основе интерметаллидов системы Ni-Al

Дикшев Р.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Касимцев А.В.
ТулГУ, Тула
diksheva.larisa@yandex.ru

Объектами исследования в данной работе являлись интерметаллиды NiAl и Ni3Al. Известно, что сплавы на основе этих соединений являются перспективными и востребованными материалами. Они используются для изготовления листов, панелей различных типов в оболочечных конструкциях силовых установок и планеров авиационно-космической и ракетной техники.

Для алюминидов никеля NiAl и Ni3Al характерны:

- Высокая прочность, которая не деградирует с возрастанием температуры;
- Относительно низкая плотность интерметаллидов;
- Высокие значения модуля упругости;
- Высокая стойкость к окислению.

Основным способом получения данных интерметаллидов NiAl и Ni3Al является классическая металлургия (плавление + кристаллизация). Однако литье связано с высокими энергозатратами. Кроме того, при кристаллизации сплавов протекают ликвационные процессы, приводящие к формированию продукта с неоднородными химическим и фазовым составами.

Для преодоления этих недостатков разрабатываются различные методы порошковой металлургии, например, механическое легирование, реакционное спекание, конденсация из пара. Однако перечисленные методы также имеют существенные недостатки, заключающиеся в получении материала с негомогенным распределением элементов в объеме и, соответственно, неоднородным фазовым составом.

На наш взгляд, перспективным методом синтеза интерметаллидов NiAl и Ni3Al является гидридно-кальциевый синтез, разработанный в ЦНИИ черной металлургии им. И.П. Бардина для получения широкого круга материалов. Он относится к металлотермическим

способам получения металлов, в качестве восстановителя используется гидрид кальция, позволяющий восстанавливать большинство металлов из их оксидов [1].

В условиях гидридно-кальциевого метода было синтезировано по 20 кг порошков интерметаллидов системы Ni-Al (NiAl и Ni3Al). Химический и фазовый составы порошков интерметаллидов полностью отвечают требованиям ТУ 14-22-123-99 [2].

Установлено, что гидридно-кальциевые порошки на основе интерметаллидов системы Ni-Al (NiAl и Ni3Al), поддаются консолидации различными методами, такими как одностороннее прессование соответствующего порошка + вакуумное спекание или искровое плазменное спекание (ИПС), которое осуществляется под внешним сжимающим давлением (до 50 МПа). Показано, что возможно получать плотные заготовки с относительно низким уровнем пористости, особенно методом ИПС.

Высокотемпературные механические испытания на сжатие показали, что интерметаллид Ni3Al отличается более высокой прочностью при температурах до 1200 °С. Однако интерметаллид NiAl способен деформироваться без формирования трещин и неравномерностей накопления деформации, в отличие от сплава на основе Ni3Al.

При гомологической температуре 0,75. Тпл сплавов на основе интерметаллидов Ni3Al и NiAl (974 и 1162°С, соответственно) предел текучести на сжатие в первом случае составляет 245 – 255 МПа, а во втором составляет 35 – 45 МПа.

Таким образом, полученные механические и термомеханические свойства позволяют рассматривать представленную порошковую технологию как перспективную для разработки жаропрочных сплавов на основе интерметаллидов системы Ni-Al (NiAl и Ni3Al).

Список литературы:

1. Касимцев А.В. Гидридно-кальциевые порошки металлов, интерметаллидов, тугоплавких соединений и композиционных материалов/ А.В. Касимцев, Ю.В. Левинский // М.: МИТХТ, 2012. — 248 с.

2. ТУ 14-22-123-99. Порошки для жаростойких и износостойких покрытий. – Введ. 03.03.99. – Тула: Тульский центр стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 8 с.

Химический состав оксидных пленок алюминиевых сплавов

Жуковская Л.В., Петухова О.С., Коняхин А.Е.
Научный руководитель — к.т.н. Пожога О.З.
МАИ, Москва
antonenkova_lyudochka@mail.ru

Последней характеристикой, которую исследовали на исходных материалах, являлся химический состав оксидных пленок, покрывающих порошки и гранулы исследуемого алюминиевого сплава. Кроме этого, оксидная пленка на гранулах начинает формироваться в воздушном промежутке, который капля жидкого металла пролетает, прежде чем попасть в охлаждающую воду. Наличие в составе оксидной пленки BeO обусловлено присутствием бериллия в химическом составе сплава и подтверждает точку зрения, что химический состав оксидной пленки не зависит от атмосферы распыления, а определяется химическим составом алюминиевого сплава. Оксидная пленка сплава содержит тригидрат алюминия ($Al_2O_3*3H_2O$). Экспериментально доказано, что оксидные пленки гранул различных алюминиевых сплавов содержат не только физически адсорбированную воду, но и воду, которую может входить в химический состав поверхностных слоев как кристаллогидратная.

Но окончательного ответа на вопрос, какая составляющая входит в структуру оксидной пленки – тригидрат, бемит или γ- Al_2O_3, ещё не получено. Для решения этого вопроса нами были проведены исследования кинетики выделения воды и водорода при нагреве исходных материалов и сняты ИК-спектры.

Так как выбранная скорость нагрева анализируемых образцов позволяет достаточно четко разделять пики на кривых выделения воды и водорода, но не дает возможности (в соответствии с ВМК 3-17-85) рассчитывать абсолютное количество выделившихся газов, то

по оси ординат на графиках отложена измеренная газоанализатором «Оникс» концентрация выделившихся из нагреваемого образца воды и водорода в газ-носитель – аргон.

Чтобы иметь возможность сравнивать между собой кинетические кривые, полученные при анализе образцов, отличающихся по массе, измеренная концентрация выделившихся воды и водорода отнесена к массе образца.

Характер кинетических кривых выделения воды и водорода при нагреве порошка и гранул в токе аргона показывает, что вода на поверхности частиц находится в двух формах: физически адсорбированной и химически связанной. Физически адсорбированная вода удаляется с поверхности исследуемых материалов в интервале температур от 20°C до 170°C. Что это именно физически адсорбированная вода, доказывает устойчивость в этом температурном интервале таких химических соединений воды как $Al_2O_3*3H_2O$, $Al_2O_3*H_2O$:

Так как кинетика отделения воды с поверхности гранул идентична кинетике отделения воды с поверхности порошка, то с большой степенью вероятности можно предположить, что структура оксида алюминия, входящего в состав оксидного слоя гранул, также является $\gamma - Al_2O_3$. Таким образом, проведенные ИК-спектроскопические исследования и исследования кинетики выделения воды при нагреве быстрозакристаллизованных частиц высокопрочного алюминиевого сплава позволяет уточнить химический и структурный состав оксидного слоя, покрывающего гранулы и порошки алюминиевого сплава в состоянии поставки: для порошка — $Al_2O_3*MgO*Zn*C*H_2O$, для гранул — $Al_2O_3*MgO*BeO*H_2O$. Наличие на поверхности быстрозакристаллизованных частиц алюминиевого сплава $\gamma - Al_2O_3$ представляется с теоретической точки зрения наиболее закономерным из всех вариантов, так как оксидный слой на поверхности распыляемых частиц появляется в первый момент образования капли жидкого расплава, когда она имеет температуру, близкую к температуре расплава в печи, то есть ~ 900°C. При этой температуре устойчивой структурой оксида алюминия является $\gamma - Al_2O_3$. При охлаждении частиц до температуры окружающей среды (вода и воздух имеют температуру около 20°C) и их хранение на воздухе происходит гидратация оксидов, входящих в состав поверхностного слоя гранул и порошка алюминиевого сплава. Гидратация может привести к переходу высокотемпературной модификации оксида алюминия — $\gamma - Al_2O_3$ в низкотемпературную модификацию с образованием тригидрата оксида алюминия. Такое явление наблюдали и на синтетическом оксиде алюминия: при хранении в течение года во влажной атмосфере $\gamma - Al_2O_3$ превратился в $Al_2O_3*3H_2O$.

Закономерности формирования кристаллографической текстуры в образцах, полученных при помощи аддитивного производства

Журбина Е.В., Герман М.А., Иванов А.Е.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва
zhurbina.ek1@yandex.ru

Судить о наличии анизотропии свойств в заготовках, полученных методом СЛС, можно, опираясь на разницу в значениях твердости, измеренной с взаимно перпендикулярных сторон образца (38 ед. HRC в направлении роста и 35 ед. HRC в направлении продольного роста). Невозможность оценить наличие анизотропии механических свойств связано с особенностью изготовления образов методом СЛС. Все образцы, полученные для механических испытаний, были выращены вдоль направления роста 3D-образцов.

В ходе работы были построены и проанализированы ОПФ для образцов, полученных методом СЛС в исходном состоянии. Проведенный ранее металлографический и рентгеноструктурный анализы показали, что структура 3D-образцов представлена мартенситом.

Проведенный рентгеноструктурный анализ показал, что текстура, формирующаяся в образцах, полученных селективным лазерным сплавлением отличается от текстуры образцов, полученных методом ПЛНМ. Если в образцах, полученных методом ПЛНМ, повышенная полюсная плотность базисных плоскостей (0001) наблюдается в направлении продольного

роста, то в образцах, полученных методом СЛС – в направлении роста. Таким образом, можно предположить, что именно в направлении роста образцы должны иметь максимальные значения прочности.

Анализ ОПФ образцов, вырезанных из заготовки, полученной методом ПЛНМ, показал, что после проведения вакуумного отжига при температуре 820°С характер текстуры принципиально не изменяется, и её основные компоненты сохраняются.

Анализ проведенных ранее механических испытаний показал, что проведение вакуумный отжиг приводит к некоторому снижению прочностных и увеличению пластических характеристик, однако анизотропия свойств в двух перпендикулярных направлениях сохраняется.

На следующем этапе работы были построены ОПФ для образцов, полученных при помощи метода СЛС, после наводороживающего отжига до концентрации 0,8 масс.% водорода при температуре 850°С и последующей дегазации. Введение в 3D-образцы 0,8% водорода при температуре 850°С и последующее охлаждение до комнатной температуры со скоростью 1 К/с приводит к формированию бета-структуры с незначительным количеством мартенсита.

После завершения процесса насыщения образцов водородом в β-области повышенную полюсную плотность в направлении роста имеет плоскость β-{100}. А в НПР и ПН помимо плоскости β-{100} повышенную полюсную плотность имеют плоскости β-{110}, что соответствует текстуре динамической рекристаллизации β-фазы.

Проведение вакуумного отжига при температуре 820°С не приводит к принципиальному изменению распределения полюсной плотности плоскостей β-фазы, а образующаяся α-фаза связана ориентационными соотношениями с β-фазой

Таким образом, проведенные исследования показали, что термоводородная обработка приводит к изменению текстуры α-фазы. Если при СЛС и последующем отжиге базисные плоскости α-(0001) преимущественно располагаются вдоль направления роста, то после ТВО эти плоскости располагаются вдоль направления поперечного роста и поперечного направления.

Повышенная полюсная плотность базисных плоскостей в НПР и НП позволяет предположить изменение анизотропии механических свойств: повышение прочностных характеристик в этих направлениях.

Изучение механического поведения композиционного материала полиэтилен – никелид титана

Запалова А.В., Сперанский К.А., Виноградов Р.Е.
МАИ, Москва
speranski.konstantin@mail.ru

В настоящее время разрабатывается множество композиционных материалов (КМ) на основе полимерной матрицы и металла в качестве армирующего элемента. Такие материалы должны сочетать в себе достоинства, как полимера, так и металла. КМ с армированием из никелида титана могут стать довольно перспективными в будущем из-за особых свойств данного металла, а именно эффекта памяти формы и сверхупругости. И в данной работе для разработки функционального КМ с ВФ был выбран полиэтилен низкой плотности (ПНП) в качестве матрицы. Данные свойства являются перспективными для применения при производстве стоподержателей.

Для изготовления композиционного материала использовали проволоку диаметром 0,9 и 2,5 мм, а количество волокон в образцах меняли от 4 до 8 штук. Эти волокна располагали в проточках в листе полиэтилена низкого давления, который накрывали другим листом и сваривали при температуре 170□С в течение 30 минут под давлением. В результате этого получали образцы размером 6,7х34х200 мм.

Испытания механического поведения композиционного материала проводили при 20□2□С по схеме трехточечного изгиба с использованием базы 100 и 50 мм. Образцы

подвергали последовательному нагружению – разгружению с увеличением прогиба в каждом последующем цикле. По результатам испытаний определяли жесткость, максимальную нагрузку, прогиб при данной деформации, напряжения, остаточную деформацию.

Помимо композиционных образцов испытанию подвергали отдельные армирующие волокна разного диаметра, а также образцы полимеров без армирования.

Полиэтиленовая матрица обладает ярко выраженным упруго-вязким поведением, которое препятствовало проявлению сверхупругих свойств у образцов. Это становится заметно после первых этапов нагрузки – разгрузки, когда фиксировалась остаточная деформация, которая увеличивалась при дальнейшем нагружении. Максимальная остаточная деформация и минимальная сверхупругость наблюдались на образцах с минимальной объемной долей и диаметром армирующих волокон. Эти образцы, армированные проволокой диаметром 0,9 мм, показали усилия порядка 300 Н, а жесткость составила не более 60 Н/мм.

Увеличение диаметра волокна приводит к увеличению объемной доли, также возрастает максимальное усилие деформирования (до 450 Н) и жесткость образцов (до 70 Н/мм). Анализ напряженно-деформированного состояния образцов с полиэтиленовой матрицей показал, что при выбранных условиях испытаний деформация армирующих волокон не превышает 2% при максимальных прогибах образца, а деформация матрицы – 15%, поэтому серию испытаний на трехточечный изгиб повторили, уменьшив базу с 100 до 50 мм.

Испытания с уменьшенной базой позволили достичь больших степеней деформации как матрицы (до 20-25%), так и армирующего волокна.

Характер изменения жесткости образцов от объемной доли армирования приблизился к линейному, что подтверждает правильность выводов о недостаточности степени деформации армирующих волокон в первой серии опытов на базе 100 мм. Увеличение степени деформации композиционных образцов приближает условия их разрушения, однако полного разрушения композиционных образцов в испытаниях не происходило.

Так же для образцов композиционного материала никелид титана – полиэтилен был проведен анализ поведения армирующего элемента, матрицы и композиционного материала. С этой целью были выбраны композиционные образцы с 6 армирующими волокнами диаметром 0,9 мм, испытанные на трехточечный изгиб с базой 100 мм.

Суммирование усилий деформации армирующих волокон никелида титана в сверхупругом состоянии и образца полиэтилена без армирования показывает, что при эквивалентных деформациях, они несколько (на 3-5 %) выше экспериментально наблюдаемого механического поведения композиционного образца с такой же структурой армирования. По-видимому, это связано с состоянием промежуточного слоя на границе матрица – волокно. В результате этого при деформации композиционного образца “никелид титана – полиэтилен” происходит скольжение волокон в матрице, при котором часть напряжений релаксирует, а усилия деформации снижаются.

Полученные закономерности показывают возможность применения, данного КМ в качестве конструкционного материала для медицинских изделий, однако требуется дальнейшее изучение его усталостных свойств.

Высокотемпературные защитные покрытия для интерметаллидных титановых орто- и γ-сплавов

Золотарева А.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Абраимов Н.В.
Филиал АО «ОДК "НИИД"», Москва
tfcpioi@mail.ru

В настоящее время повышение эффективности и надёжности элементов турбины и компрессора авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) при необходимости снижения удельной массы двигателей и повышения их экономичности представляет одну из актуальных проблем современного двигателестроения. Интерметаллиды титана на основе систем Ti-Al и Ti-Al-Nb являются одними из самых перспективных материалов, превосходящих по многим

своим свойствам сплавы на основе никеля. Их применение для лопаток компрессора высокого давления (КВД) и турбины низкого давления (ТНД) позволит существенно снизить массу конструкции двигателя и повысить рабочую температуру деталей из титановых сплавов до 650-700ºС. Поскольку титановые интерметаллидные сплавы обладают недостаточной стойкостью к высокотемпературному окислению, для обеспечения заданного ресурса необходима разработка эффективных защитных покрытий. Этот фактор определяет высокую актуальность выполненной работы.

Разработано новое высокотемпературное двухслойное покрытие для лопаток компрессора и турбины из интерметаллидных титановых сплавов. Рентгеноструктурным анализом установлено, что основными структурными составляющими поверхностного слоя покрытия ВСДП-11Н на сплавах ВТ-41, ВИТ1 и TNM-B1 являются TiAl3, TiSi2, Ti5Si3. Покрытие ВСДП-11Н в двухслойном покрытии ВСДП-11Н+СДП-2 выполняет роль диффузионного барьера, препятствующего проникновению титана на границу с газовой средой и образованию оксидов титана на поверхности покрытия СДП-2. Установлено, что основными структурными составляющими поверхностного слоя двухслойного покрытия ВСДП-11Н+СДП-2 на сплавах ВИТ1, ВТ-41 и TNM-B1 являются фазы NiAl, Ni3Al, TiAl3, обеспечивающие защиту сплава от окисления при температурах 650 и 700ºС.

Установлено, что на стойкость к окислению сплавов на основе интерметаллидов титана существенное влияние оказывает последовательность нанесения слоев покрытия. При нанесении верхним слоем Al – 0,6%Si в процессе изотермической выдержки при 700ºС происходит образование оксида алюминия, приводящего к разрушению покрытия.

Исследования сплава ВИТ1 после проведения микродугового оксидирования (МДО) показали, что во время проведения микродугового оксидирования толщина формируемого плотного и беспористого покрытия растёт по параболическому закону. Фазовый состав МДО-покрытия толщиной 25 мкм представляет собой оксиды титана TiO2 (рутил) и алюминия γ-Al2O3, а состав покрытий толщиной до 70 мкм – оксиды титана TiO2 (рутил) и алюминия α-Al2O3. При толщине покрытия не более 25 мкм шероховатость не превышает 1,6 мкм, а при толщине 70 мкм — увеличивается до 2,6 мкм.

Выводы:

1. Разработано новое двухслойное покрытие ВСДП-11Н+СДП-2 для интерметаллидных титановых сплавов типа ВИТ1 и TNM-B1 с орто- и γ-структурой. Установлено, что первый слой ВСДП-11Н, содержащий фазы TiAl3, TiSi2 и Ti5Si3, служит диффузионным барьером для проникновения титана к границе раздела с газовой средой, что исключает формирование оксидов титана на поверхности покрытия, при этом второй слой СДП-2, содержащий фазы TiAl3, Ni3Al и NiAl, обеспечивает длительную защиту деталей от высокотемпературного окисления при температуре 700ºС. Доказано, что стойкость к окислению интерметаллидного титанового сплава ВИТ1 существенно зависит от последовательности формирования слоев СДП-2 и ВСДП-11Н.

2. Установлено, что константа скорости окисления сплавов ВИТ1 и TNM-B1 с покрытием на установившейся стадии почти на три порядка меньше, чем без покрытия.

3. Проведенные по методу Давиденкова исследования напряжённого состояния покрытия ВСДП-11Н+СДП-2 на сплаве ВИТ1 показали, что в двухслойном покрытии формируются сжимающие остаточные напряжения, достигающие 600-750 МПа. Установлено, что трещиностойкость покрытия уменьшается с увеличением времени изотермической выдержки при температуре 700ºС, что обусловлено протеканием фазового превращения на границе раздела слоев покрытия и, в результате, увеличением хрупкой фазы NiAl.

4. На основании изучения структуры, фазового состава и защитных свойств покрытия, сформированного на сплаве ВИТ1 методом МДО, установлено, что основными структурными составляющими поверхностного слоя являются оксиды TiO2 (рутил) и Al2O3 при толщине покрытия от 25 мкм, до 70 мкм.

Список литературы:

1. Ковалев И.С., Юрьев В.Л., Перспективы промышленного применения сплавов на основе TiAl / Наука-производству. 2012. Вып. 7, с. 138-149.

2. Патент № 2667191 (РФ) Способ получения многослойного защитного покрытия лопаток турбомашин из титановых сплавов / Абраимов Н.В., Иванова А.Ю. (Золотарева А.Ю.), Козлов Д.Л., Лукина В.В., Яковлев М.Г.; патентообладатель АО «НПЦг «Салют»; №20173379 заявл. 28.09.17 г. опубл. 17.09.2018. Бюл. № 26. – 5 с.

3. Скворцова С.В., Золотарева А.Ю. Влияние покрытий на кинетику окисления интерметаллидных титановых сплавов системы Ti2AlNb и γ-TiAl // Коррозия: материалы, защита. 2019. № 5 С. 1-7.

Рельсовые стали

Касымов М.А., Шарапкина Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ягудин Т.Г.
Московский Политех, Москва
mkasymov00@mail.ru

Интенсивность работы железнодорожного транспорта в России значительно выше, чем в других странах. Отечественные железные дороги по протяженности составляют около 10% мировой железнодорожной сети, однако на них приходится почти половина мирового грузооборота. Одним из основных элементов железнодорожного пути являются рельсы. Их качество играет важную роль в обеспечении безопасности железнодорожного движения. Тяжелые условия работы рельсов определяются высокой грузонапряженностью, растущими скоростями движения и увеличивающейся массой поездов.

Свойства рельсов определяются химическим составом стали и её структурой, которые, в свою очередь, зависят от способа выплавки, легирования и применяемой технологии обработки.

В процессе эксплуатации рельсы подвергаются действию температур от +50 до –50°С. При движении поезда рельсы испытывают знакопеременные изгибают напряжения, доходящие до 240 МПа, и высокие удельные контактные давление доходящие до 2500 МПа. Величина проскальзывания при качении колес вы кривых участках пути составляет 2-3%. В результате такого воздействие происходит износ (смятие и истирание) головки рельсов в вертикальном направлении по боковой поверхности. Из-за наличия стыков, неровностей на рельсах и колесах, высокой скорости движения поездов нагрузки на рельсы часто носят ударный характер.

Наиболее распространенным видом разрушений рельсов в эксплуатации являются контактно-усталостные повреждения. На первой стадии разрушения рельсов образуется внутренняя продольная трещина в головке на глубине 3-9 мм от поверхности катания. Затем происходит образование выщербины. На третьей стадии постепенное развитие поперечной усталостной трещины вглубь головки приводит к хрупкому долому всего рельса. Конструктивная прочность рельсовой стали определяется её контактно-усталостной прочностью и вязкостью разрушения.

Одним из главных факторов, определяющих работоспособность рельсов, является химический состав рельсовой стали. С увеличением содержания в стали углерода повышается прочность, твердость и износостойкость рельсов. Марганец увеличивает твердость, износостойкость и вязкость рельсовой стали, а кремний - твердость и износостойкость. Ванадий, титан, цирконий - это микролегирующие модифицирующие добавки, улучшающие структуру и металлургическое качество и стали. Фосфор и сера являются вредными примесями, они охрупчивают сталь и приводят к образованию трещин.

Для повышения эксплуатационной стойкости применяется рельсов термическое упрочнение. Термическое упрочнение заключается в объемной закалке всего рельса в масле или в поверхностной закалке головки рельса токами высокой частоты с охлаждением воздушной и водовоздушной смесью. Структура рельсов после объемной закалки представлена тонкопластинчатым сорбитом закалки с минимальным межпластинчатым расстоянием. При этом структура рельсов должна быть однородной на глубину, превышающую зону действия высоких контактных напряжений с учетом запаса металла на

износ. Кроме того, химический состав стали и режимы термической обработки должны обеспечивать получение в структуре максимально высокого и феррита без выделения структурно свободного цементита. Объемная закалка обеспечивает значение твердости на уровне 350-400 НВ.

Рельсовая сталь должна обладать высокой твердостью, износостойкостью и, вместе с этим, достаточной вязкостью и низким температурным порогом хладноломкости. Введение легирующих элементов и проведение термической обработки обеспечивают заданный комплекс свойств.

Перспективными путями повышения прочности и эксплуатационной стойкости рельсов являются:

– использование термической обработки, позволяющей создать в рельсах структуру бейнита (изотермическая закалка) с твердостью 430-480 НВ;

– применение методов термической обработки, позволяющих получить рельсы с дифференцированной прочностью по сечению с твёрдостью 500-550 НВ.

Выбор оптимального материала для изготовления стоматологических протезов

Качайкина Е.С.
МАИ, Москва
ekaty.laird@mail.ru

Проблема замены потерянных зубов стоит перед человечеством не одно тысячелетие и представляет огромный интерес как для пациентов, так и для врачебного и инженерного сообщества. Потеря зубов может привести не только к проблемам с пережевыванием пищи, но и к нарушению речи и развитию заболеваний височно-нижнечелюстного сустава, сопровождающихся острой болью. Для полноценного восстановления функций необходимо использование несъемных протезов. Наряду с вопросами установки и выбора геометрии остро стоит задача выбора материала для зубного протеза.

Различные славы металлов и керамики являются широко распространенными материалами для стоматологических протезов. К материалу протеза предъявляются строгие требования по биосовместимости, прочности, износостойкости, сопротивлению на излом и коррозионной стойкости. Более того, модуль упругости материала должен быть близок к показателю кости (Екость = 10-20 ГПа) для предотвращения эффекта экранирования напряжений, при котором плотность и прочность кости снижается при отсутствии нормальных нагрузок.

Среди различных металлических материалов использование нержавеющих сталей ограничено плохой выносливостью материала (σ-1 = 280 МПа) и его склонностью к питтинговой и гальванической коррозии. Сплавы кобальта обладают сравнительно высоким модулем упругости (Е = 222 ГПа). Также представляет проблему их токсичность для человека, так как выделяемые ионы кобальта обладают канцерогенным эффектом.

Титановые сплавы не имеют вышеуказанных недостатков. Высокая биосовместимость, большой показатель удельной прочности (σсж = 880 МПа, ρ = 4500 кг/м3), высокая выносливость (σ-1 = 680 МПа) и сравнительно низкий модуль упругости (Е = 112-118 ГПа) делают их более подходящим материалом для стоматологических имплантов. Высокая коррозионная стойкость обусловлена формированием тонкой (10 нм) оксидной пленки, защищающей основной материал от агрессивной среды человеческого организма. Почти половину всех используемых в этой отрасли титановых сплавов представляет ВТ6 или его зарубежные аналоги.

Стоит отметить, что были выявлены существенные недостатки использования этого сплава. Широко известно, что ванадий, его ионы и оксиды обладают цитотоксичными свойствами. Следы ванадия были обнаружены в крови и моче пациентов, имеющих бедренный протез из Ti–6Al–4V [1]. Результатом этого становятся аллергические и воспалительные реакции, приводящие к отторжению импланта.

Ионы алюминия также токсичны и способны вызывать рак груди [2]. Повышенная концентрация алюминия в мозгу может привести к развитию деменции. Наличие алюминия в ткани мозга также было связано с болезнью Альцгеймера [3]. В связи с вышесказанным Всемирная Организация Здравоохранения в период с 1989 по 2007 снизила приемлемую недельную норму (TWI) алюминия с 7 грамм в неделю до 1 грамма [4].

В связи с вышесказанным разработка новых сплавов без содержания алюминия и ванадия представляет особый интерес для медицины.

Список литературы:

1. Catalani S. Vanadium release in whole blood, serum and urine of patients implanted with a titanium alloy hip prosthesis/ Catalani S. et al. // Clinical Toxicology. 2013. V. 51. I. 7. P. 550–556.
2. S.J. Mandriota, M. Tenan, P. Ferrari, A.P. Sappino, Aluminium chloride promotes tumorigenesisand metastasis in normal murine mammary gland epithelial cells, Int. J. Cancer 139 (2016) 2781–2790.
3. BengtMjöbergAluminum, Alzheimer'sdiseaseandbonefragility/ BengtMjöbergetal. //ActaOrthopaedicaScandinavica. 1997. V. 68. I. 6. P. 511–514.
4. M. Kawahara, M. Kato-Negishi, Link between aluminium and the pathogenesis ofAlzheimer's disease: the integration of the aluminium and amyloid cascade hypothesis, Int. J. Alzheimers Dis. (2011) 276393

Каталитические свойства покрытий, формируемых микродуговым оксидированием

Кондрацкий С.О., Кондрацкий И.О.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Эпельфельд А.В.
МАИ, Москва
serk07@yandex.ru

Получению и исследованию каталитически активных слоев на алюминии, титане, магнии и других вентильных металлах и сплавах с помощью технологии микродугового оксидирования (МДО), которая позволяет формировать на металлической поверхности оксидные защитные покрытия, являющиеся носителями катализаторов, в последнее время уделяется значительное внимание [1].

Покрытия, формируемые методом микродугового (плазменно-электролитического) оксидирования, обладают высокими коррозионной стойкостью, износостойкостью, диэлектрическими характеристиками и термостойкостью. Метод МДО по сравнению с традиционным анодированием обладает более высокой эффективностью и экологичностью. В основе метода лежит использование энергии поверхностных электрических микроразрядов в электролите, в результате чего происходит плазмо-электрохимическое формирование оксикерамических слоев на обрабатываемой поверхности [2].

Метод МДО позволяет формировать оксидные слои, содержащие γ- и α-Al2O3, TiO2, MgO, SiO2, ZrO2, CeOx, BOx, WO3, MoO3 и другие оксиды, которые могут использоваться в качестве подложки для осаждения каталитически активных веществ.

Для катализа процесса окисления метана могут быть использованы МДО-покрытия, получаемые на алюминиевых сплавах в силикатно-щелочных электролитах−суспензиях с добавками ультрадисперсных порошков оксида алюминия и/или циркония, солей переходных металлов, выбранных из группы, состоящей из Mn, Cr, Cu, Co, Fe или их смесей.

Композиции МДО-покрытие − металл основы могут использоваться в качестве катализаторов для глубокого окисления органических соединений и монооксида углерода в химической и нефтехимической промышленности, а также в двигателях внутреннего сгорания.

В зависимости от природы металла основы, химического состава, температуры электролита и процессов, протекающих в его объеме (комплексообразование, образование золей и т.д.), а также электрических и временных параметров технологии микродугового

оксидирования структура, состав и характеристики покрытий могут быть самыми разнообразными.

Весьма актуальна возможность регулирования морфологии поверхности МДО-покрытий и их пористости, которые являются очень важными параметрами для последующего осаждения каталитических слоев.

Список литературы:

1. Rudnev V.S., Lukiyanchuk I.V., Vasilyeva M.S., Medkov M.A., Adigamova M.V., Sergienko V.I.. Aluminum- and titanium-supported plasma electrolytic multicomponent coatings with magnetic, catalytic, biocide or biocompatible properties//Surface & Coatings Technology. 2016. V. 307. P. 1219–1235.

2. Эпельфельд А.В., Белкин П.Н., Борисов А.М., Васин В.А., Крит Б.Л., Людин В.Б., Сомов О.В., Сорокин, В.А. Суминов И.В., Францкевич В.П. Современные технологии модификации поверхности материалов и нанесения защитных покрытий: в 3 т. Т. I: Микродуговое оксидирование. – М.; СПб.: Реноме, 2017. – 648 с.

Статистическое исследование стабильности механических свойств поковок дисков из сплава ЭП742-ИД

Кононова И.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Егорова Ю.Б.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
kononova.irina.dtsq@ya.ru

Сплавы на никелевой основе в наибольшей степени подходят в качестве материалов для изготовления деталей ГТД, работа которых происходит в условиях одновременного воздействия высоких температур и нагрузок. Примером такого сплава является ЭП742-ИД, применяемый для производства дисков турбин и компрессоров, валов, силовых колец, крепежных и других деталей, работающих при температурах 550-800°С и высоких напряжениях. ЭП742-ИД – жаропрочный деформируемый сплав на основе никеля. Основные легирующие элементы: Cr, Co, Mo, Al, Ti, Nb. Он принадлежит к классу дисперсионно-твердеющих сплавов, упрочнение которых обусловлено термической обработкой, состоящей из закалки и старения. Для данного сплава применяют два варианта термообработки (в обоих случаях охлаждающая среда – воздух): 1) закалка (температура нагрева 1100°С, выдержка 8 часов) и старение (температура нагрева 850ºС, 4-8 ч + 780°С, 10-16 ч); 2) закалка (температура нагрева 1100°С, выдержка 8 часов) и старение (температура нагрева 780°С, выдержка 16 часов). Деформирование сплава ЭП742-ИД связано с рядом проблем, вызванных низкой технологической пластичностью и небольшим интервалом температур пластической деформации (1050-1150°С). Поэтому до сих пор в штамповках встречаются дефекты, преимущественно в виде трещин различного происхождения.

Цель работы состояла в статистической оценке стабильности химического состава и механических свойств штампованных поковок из сплава ЭП742-ИД. Объектами исследования послужили поковки промышленного производства, изготовленные в 2016 г. (41 образец), 2017 г. (68 образцов), 2018 г. (42 образца). Полуфабрикаты были подвергнуты термической обработке по заводскому режиму. Исследуемые показатели механических свойств: временное сопротивление разрыву, условный предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение, ударная вязкость, твердость по Бринеллю, время до разрушения при испытаниях на длительную прочность (при 650ºС, 850 МПа). Статистическую обработку проводили с помощью ППП «Stadia» и «Statistica». Для оценки стабильности химического состава и механических свойств определяли числовые характеристики (выборочное среднее, размах, дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент вариации), строили гистограммы и контрольные карты, оценивали вероятность соответствия требованиям и индексы пригодности. На основе проведенных исследований было установлено, что химический состав и механические свойства поковок находятся внутри поля допуска и в целом соответствуют нормативным требованиям. Вместе с тем следует отметить, что в 2016 г.

значения индексов пригодности для характеристик прочности были равны 1,11 и 0,86, а в 2017 г. – 0,96 и 0,81, что ниже 1,0 и характерно для недостаточно стабильного процесса. При таких значениях индексов пригодности изменчивость индивидуальных значений прочностных свойств находится в интервале ($\overline{x}$ — 2S; $\overline{x}$+3S), а нижняя граница трехсигмового интервала лежит ниже минимальной границы поля допуска. Это означает, что со статистической точки зрения возможно появление значений предела прочности и условного предела текучести, которые не будут удовлетворять установленным требованиям. В работе была проведена оценка возможного вероятностного процента несоответствий (числа единиц продукции, несоответствующих требованиям НД). Было установлено, на 1000 единиц продукции возможно появление 2 поковок с пределом прочности и 7-8 поковок с условным пределом текучести ниже регламентированных значений.

Исследование механических свойств штамповок из высокопрочного титанового сплава ВТ22М, изготовленных с заключительной деформацией в (α+β)- и β-областях

Крохина В.А.
Научный руководитель — к.т.н. Яковлев А.Л.
ФГУП ВИАМ, Москва
krohina.viktoriya@mail.ru

Сплав ВТ22М относится к сплавам переходного класса, основной особенностью которого является высокая вариативность свойств в зависимости от примененных режимов деформации и термической обработки, а также зависимость механических свойств от содержания легирующих элементов в диапазоне легирования сплава. Сплав является модификацией сплава ВТ22, который широко применён в конструкциях транспортных, пассажирских и маневренных самолётов КБ Антонова, Бериева, Ильюшина, Яковлева для изготовления балок, шпангоутов, лонжеронов, нервюр, деталей механизации крыла (закрылки, предкрылки, монорельсы, каретки, кронштейны) [1,2]. Благодаря суженому диапазону легирования (по интервалам содержания легирующих элементов, а также уменьшенному количеству примесных элементов – углерода, кислорода и азота) сплав ВТ22М обладает более стабильным гарантированным уровнем свойств по сравнению со сплавом ВТ22. В зависимости от режимов деформации и термической обработки для сплава свойственно изменение механических свойств в широком диапазоне. Стоит отметить, что эффективность использования β-деформации для изготовления деталей и узлов подтверждается опытом её успешного применения в авиационной технике для сплавов-аналогов: Ti-10V-2Fe-3Al и VST 5-5-5-3 [3].

Проведены исследования свойств штамповок с заключительной деформацией в (α+β)-области и β-области. Штамповки из сплава ВТ22М, изготовленные с заключительной деформацией в (α+β)-области, обладают уровнем свойств (средние значения): прочность при растяжении при 20 °С, σв ≥ 1150 МПа; относительное удлинение при растяжении при 20 °С (пластичность), δ ≥ 14,0 %; вязкость разрушения K1C ≥ 64 МПа·м1/2 и ударная вязкость KCU ≥ 443 кДж/м^2. По сравнению со штамповками из сплавов-аналогов, российским ВТ22, зарубежным Ti-10V-2Fe-3Al (США) и сплавом VST 5-5-5-3 (Россия, США) имеют более высокий уровень относительного удлинения (в 2,3 раза по сравнению с Ti-10V-2Fe-3Al и VST 5-5-5-3), ударной вязкости (в 1,7 раз по сравнению с ВТ22) и вязкости разрушения (на 8,4% по сравнению с ВТ22 и на 6,6% с Ti-10V-2Fe-3Al и в 1,9 раз по сравнению с VST 5-5-5-3). Штамповки из сплава ВТ22М, изготовленные с заключительной деформацией в β-области, обладают уровнем свойств (средние значения): прочность при растяжении при 20 °С, σв ≥ 1180 МПа; относительное удлинение при растяжении при 20 °С (пластичность), δ ≥ 10,6 %; вязкость разрушения

K1C ≥ 84 МПа·м1/2 и ударная вязкость KCU ≥ 460,4 кДж/м^2. По сравнению со штамповками из сплавов-аналогов, российским ВТ22, зарубежным Ti-10V-2Fe-3Al (США) и сплавом VST 5-5-5-3 (Россия, США) имеют более высокий уровень предела прочности при

растяжении (в 1,1 раз по сравнению с ВТ22), относительного удлинения (в 2,8 раз по сравнению с Ti-10V-2Fe-3Al), ударной вязкости (в 1,8 раз по сравнению с ВТ22) и вязкости разрушения (в 1,3 раза по сравнению с ВТ22 и с Ti-10V-2Fe-3Al и в 2,4 раза по сравнению с VST 5-5-5-3).

Результаты исследований показали, что для достижения комплекса значений механических свойств, включающего требования по вязкости разрушения $K1C \geq 70$ МПа·м1/2, для штамповок из сплава ВТ22М целесообразно рекомендовать применение заключительной деформации в β-области.

Список литературы:

1. Ночовная Н.А. Анташев В.Г. Тенденции развития и современное состояние исследований в области титановых сплавов // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2009. №1. С. 41–45.

2. Яковлев А.Л., Ночовная Н.А, Путырский С.В., Крохина В.А. Перспективы применения высокопрочного титанового сплава ВТ22 и его модификаций // Титан, 2018. №2 (60). С. 42–47.

3. Золоторевский В.С. Механические свойства материалов: учебник для вузов. 2-е изд. М.: Металлургия, 1983. 352 с.

Статистическое исследование зависимости предела прочности титановых сплавов от температуры испытания при сжатии

Мазилина М.А., Панкина Е.А., Аржуханова М.А.
Научный руководитель — доцент, Давыденко Л.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
Mazilina.m99@yandex.ru

Предел прочности при повышенных температурах, наряду с другими реологическими свойствами, является технологической характеристикой, во многом определяющей поведение титановых сплавов при горячей деформации. Для определения показателей, характеризующих способность материала к обработке давлением, используют как экспериментальные, так и теоретические методы. Цель работы состояла в теоретической оценке предела прочности титановых сплавов в зависимости от химического состава (в перерасчете на эквиваленты по алюминию и молибдену) и от температуры испытания в интервале от 600 до 1200ºС.

Исходными данными для анализа послужили «диаграммы пластичности и прочности» титановых сплавов из справочников [1, 7], а также сведения справочников ВИАМ 1973 г. [2] и 2010 г. [3], монографий [4, 5, 6]. Всего проанализировано 19 сплавов, из них 5 относятся к α-классу (иодидный Ti, ВТ1-00, ВТ1-0, ВТ5, ВТ5-1), 4 сплава – псевдо α- (ОТ4, ВТ4, ВТ18, ВТ20), 8 сплавов – α+β- (ВТ25, ВТ6С, ВТ6, ВТ8, ВТ9, ВТ14, ВТ3-1, ВТ16), один сплав переходного класса (ВТ22) и один β-сплав (ВТ15).

На первом этапе были проанализированы зависимости предела прочности каждого сплава от температуры испытания. С повышением температуры наблюдается довольно сильное разупрочнение всех сплавов до температур, приблизительно равных температуре полиморфного превращения (ТПП). При этом происходит сближение кривых $\sigma_в - t$ по мере роста температуры: при 700ºС предел прочности в зависимости от химического состава титановых сплавов изменяется от ~100 МПа (ВТ1-00) до 600 МПа (ВТ18), а при 1000ºС составляет ~10 и 60 МПа соответственно.

При температурах выше ТПП сопротивление деформированию очень мало, при этом существенно уменьшается наклон кривых $\sigma_в - t$, что свидетельствует о меньшем термическом разупрочнении β-фазы и слабой зависимости её предела прочности от температуры. По данным [4, с. 92] сопротивление деформации титана при переходе в β-область может скачком снижаться почти в 3 раза. В интервале 1000 – 1200ºС предел прочности всех сплавов от температуры испытания практически не зависит и лежит в интервале 10-60 МПа.

Наибольшей скоростью разупрочнения обладает сплав ВТ16, а наименьшей – жаропрочные сплавы. По степени увеличения предела прочности сплавы можно расположить

в следующий ряд: иодидный Ti → ВТ1-00 → ВТ1-0 → ОТ4 → ВТ16 → ВТ22; ВТ15 → ВТ4 → ВТ5; ВТ5-1; ВТ6С; ВТ6; ВТ14 → ВТ3-1; ВТ8; ВТ25; ВТ20 → ВТ9 → ВТ18.

Таким образом, с увеличением содержания α-стабилизаторов, нейтральных упрочнителей и, соответственно, эквивалента по алюминию степень разупрочнения сплавов уменьшается, что соответствует общепринятым представлениям. В зависимости от эквивалента по молибдену степень разупрочнения различна для сплавов разного класса: в интервале = 0-6% (при =5-9%) сплавы разупрочняются слабее, чем при = 8-25% (при =4-6%).

Список литературы

1. Микляев П.Г. Механические свойства легких сплавов при температурах и скоростях обработки давлением, М: Металлургия, 1994, 280 с.
2. Авиационные материалы. Справ. в 9 т. / под общ. ред. А.Т. Туманова. Т. 5 Магниевые и титановые сплавы. М.: ОНТИ, 1973, 560 с.
3. Авиационные материалы: Справочник в 12 т. / под общ.ред. Е.Н. Каблова. Т. 6 Титановые сплавы. М.: ВИАМ, 2010, 96 с.
4. Б.Б. Чечулин и др. «Титановые сплавы в машиностроении», Л.: Машиностроение, 1977, 248 с.
5. Солонина О.П., Глазунов С.Г. Жаропрочные титановые сплавы — М.: Металлургия, 1976, 448 с.
6. Глазунов С.Г., Моисеев В.Н. Конструкционные титановые сплавы — М.: Металлургия. 1974. — 368 с.
7. П.И. Полухин, Г.Я. Гун, А.М. Галкин. Сопротивление пластической деформации металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1976, 488 с

Расчетно-экспериментальные методы определения температуры при сварке

Макаров И.Д., Клецко К.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Беляев А.В.
КНИТУ-КАИ, Казань
ilya.qwerty.2012@yandex.ru

Сварка применяется во многих отраслях промышленного производства для получения прочных и надежных неразъемных соединений. Так сварными выпускаются различные по конструкции резервуары, сосуды, аппараты химических производств, трубопроводы, станины прессов и станков, детали машин и приборов, судов, вагонов, автомобилей. В авиации и ракетной технике свариваются лопатки (диффузия), камеры сгорания, корпуса и многое другое. Широка номенклатура свариваемых соединений в отношении материалов (однородные, разнородные, биметаллические и др.), толщин (от микрометров до метров), а также применяемых методов сварки, оборудования и т.п. В процессе сварки плавлением детали подвергаются нагреву, который во многом определяет структуру и свойства сварного соединения. Для расчета температурных полей применяются методики и допущения, описанные в работах [1, 2]. Существуют ряд программных комплексов МКЭ, позволяющие автоматизировать и визуализировать подобные расчеты, например, ANSYS, SYSWELD, NX и др. Но в ряде случаев необходимо провести натурные эксперименты по определению температуры при сварке [3]. Для этого применяются контактные и бесконтактные методы. В первую очередь, это термопары и термощупы в паре с аналогово-цифровыми преобразователями (проекты «Arduino»). Также можно использовать бесконтактные приборы и средства, например, инфракрасные термометры, тепловизоры, датчики и др. Наиболее рациональным считается подход к определению температуры при сварке, когда применяются как расчетные, так и экспериментальные методы. Отметим, что подобные исследования необходимы для анализа изменения температуры в сварном соединении при определении ширины зоны термического влияния, скоростей охлаждения различных участков и др. Также это позволяет рационально выбрать параметры режима сварки, позволяющие практически полностью исключить вероятность появления нежелательных дефектов, например, горячих трещин, а также возникновение высокого уровня напряжений и деформаций при сварке,

термической обработки соединений и т.п. Анализ распределения температурных полей для предельного состояния позволяет смоделировать структуру, полученную при охлаждении после сварки, путем совместного исследования диаграмм состояния металлических материалов и изотерм на соответствующих участках. Таким образом, расчетно-экспериментальные методы определения температурных полей находят широкое применение при изучении сварочных процессов, отработке параметров режима сварки, моделировании структуры сварных соединений и в других прикладных задачах.

Изучение коэффициента трения на границы раздела металл-инструмент в зависимости от вида смазки

Макаров Ф.В., Журбина Е.В., Гуркина Е.Д.
МАИ, Москва
alik916@rambler.ru

В настоящее время для формирования головки болтов из титановых сплавов применяются технологии холодного или горячего редуцирования и высадки. Коэффициент трения на границе раздела металл-инструмент оказывает большое влияние на качество деформируемости титановых сплавов. Для улучшения деформируемости необходимо уменьшить коэффициент трения, это возможно изолировав поверхность металла от рабочей поверхности инструмента смазками.

В данной работе было исследовано влияние различных видов смазок на коэффициент трения на границе раздела металл-инструмент и выборе из них наиболее оптимального для проведения операций деформации в холодную. Исследования проводили на прутках из титанового сплава ВТ16 так как именно данный сплав в настоящее время является промышленным сплавом для изготовления деталей крепления. В качестве смазок были выбраны масла марок «Molibden benzin mannol Teilsynthetic MoS2»; коллоидно-углеродные растворы разной плотности; водный раствор дисульфида молибдена, мыльный раствор и раствор щавелевой кислоты (т.н. оксалатирование).

Показано, что чем лучше обезжирена и развита поверхность образца, тем больше угол смачивания у мыльного раствора. В тоже время при минимальной подготовки поверхности масло «Molibden benzin Mannol» и олеиновая кислота хорошо адсорбируются поверхностью металла: капля моментально растекается по поверхности и имеет место практически 100% смачивание. Установлено, что угол смачивания для коллоидно-углеродного растворов зависит от их удельной поверхности: чем она больше, тем выше угол смачивания. Кроме того, показано, что увеличение содержания дисульфида молибдена (MoS2) в растворах приводит к незначительному увеличению угла смачивания.

На следующем этапе работы был определен относительный коэффициент трения на границе раздела металл – инструмент. Установлено, что применение жидких смазок (масло, олеиновая кислота, коллоидно-углеродные, водные растворы) для деформации нецелесообразно, т.к. коэффициент трения возрастает в десятки раз и происходит налипание металла на инструмент

Интересные результаты были получены при использовании в качестве смазки олеиновой кислоты с дисульфидом молибдена. Если смазка наносилась непосредственно перед испытаниями, то значения напряжения выдавливания и коэффициент трения оказывались в 2,5 раза выше, чем после испытания образцов, на которые смазка была нанесена заранее. Таким образом, жидкие смазки при осадке не выполняют своей основной функции — уменьшения трения.

Наилучшие смазочные свойства показали оксалатное покрытие с омыливанием. Они обеспечивают минимальное усилие выдавливания. Кроме того, необходимо отметить, что покрытия деформируются вместе с основным металлом, не растрескиваются и не сползают.

Применение водного мыльного раствора в качестве смазки, нанесенного непосредственно на поверхность образца без предварительного оксалатирования, также показало неплохие результаты, но при этом усилие выдавливания и, соответственно, коэффициент трения увеличиваются в 2 раза.

Церий-замещённые гидроксиапатиты: структура и свойства

Никитина Ю.О.
ИМЕТ РАН, Москва
nyo.94@yandex.ru

В настоящее время активно ведутся работы по разработке функционально-ориентированных биоматериалов, предназначенных для лечения различной направленности систем опорно-двигательного аппарата. Одним из таких материалов является керамика на основе гидроксиапатита (ГА) [1-2]. Модификация структуры ГА посредством катионного и анионного замещений позволяет придать материалу специфические биологические свойства, повысить механические характеристики [3]. Известно, что соединения, содержащие ионы Ce3+, обладают антибактериальными свойствами и используются в медицине, а в составе биоматериала ионы церия способствуют пролиферации и адгезии остеобластов [4-5]. Кристаллическая структура гидроксиапатита позволяет производить широкий спектр ионных замен, в том числе из ряда редкоземельных элементов (РЗЭ) [5]. Электроотрицательности и радиусы ионов Ca2+ (1,01 и 0,100 нм, соответственно) и Ce3+ (1,06 и 0,107 нм, соответственно) близки по значению, в связи с этим замещение этих ионов в кристаллической структуре ГА возможно. Настоящая работа направлена на модификацию структуры ГА посредством катионного замещения ионов кальция на ионы церия, в том числе для придания материалу бактерицидных свойств.

В работе были синтезированы порошки ГА с расчетным содержанием церия 0; 0,1; 0,25; 0,5 моль.% классическим методом осаждения из водных растворов солей [1]. Полученные порошки характеризовались площадью удельной поверхности от 134 до 151 $м^2/г$, соответственно в указанном ряду расчетных концентраций Ce3+. Изучали фазовый состав порошков в широком температурном интервале (700-1300 °С), оценивали параметры кристаллической решетки и средние размеры ОКР с помощью рентгенофазового анализа. Процесс спекания материалов изучали при непрерывном измерении усадки с постоянной скоростью нагрева 10 град/мин; проводили дифференциальный термический анализ полученных соединений. Было установлено, что порошки после синтеза представляют собой низкозакристаллизованный ГА. С ростом температуры обработки до 1000 °С структуры остаются стабильны; дальнейшее повышение температуры до 1200 и 1300 °С приводит к образованию дополнительной фазы CeO_2. При этом ее количество растет в составах ГА с замещением 0,25 и 0,5 мол.% Ce3+. Полученные порошки характеризуются незначительным изменением параметров кристаллической решетки. Введение церия в структуру ГА не значительно влияет на микроструктуру керамики, но снижает интенсивность процесса спекания и линейную усадку материалов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-33-90235

Список литературы:

1. Баринов С.М., Комлев В.С. Биокерамика на основе фосфатов кальция. М.: Наука. 2014. 204 с.

2. Aoki H. Science and medical applications of hydroxyapatite. Tokyo: JAAS, 1991 245 с.

3. Alexandroaei M., Ignat M., Sandu I.G., The Removal of the Pb2+ Ions from Solutions by a Hydroxyapatite Nanomaterial // Revista de Chimie. 2013. Vol. 64 No. 10 P. 1100-1105.

4. Greenhalgh D.G. Topical antimicrobial agents for burn wounds // Clin. Plast. Surg. 2009. Vol. 36. P. 597-606.

5. Alpaslan E., Yazici H., Golshan N., Ziemer K., Webster T. pH-dependent activity of dextran-coated cerium oxide nanoparticles on prohibiting osteosarcoma cell proliferation // ACS Biomater. Sci. Eng. 2015. Vol. 1. P. 1096–1103.

Исследование сплавов на основе кобальта, применяемых в эндопротезировании

Орлов А.А., Слезов С.С., Макаров Ф.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва
lxg2094@mail.ru

Металлические материалы использовались для медицинских устройств и хирургических инструментов в течение многих лет. Это, в основном связано с тем, что по сравнению с полимерными и керамическими материалами металлические материалы имеют желаемое сочетание прочности, пластичности, ударной вязкости и усталости в сочетании с простота изготовления с использованием разработанных методов производства (литье, ковка). Семейство металлических биоматериалов состоит в основном из аустенитных нержавеющих сталей, Co-Cr сплавов и титана и его сплавы. Для металлических биоматериалов, используемых в качестве имплантатов, существуют несколько требований: биосовместимость; механические свойства, свойства поверхности, износостойкость и коррозионная стойкость. Тем не менее, имплантаты из аустенитной нержавеющей стали подвержены точечной и щелевой коррозии, особенно для долгосрочного (> 10 лет) применения. С другой стороны, сплавы на основе Ti имеют превосходную биосовместимость и коррозионную стойкость, но их низкая износостойкость ограничивает их использование для шарнирно-сочлененной поверхности таких высоконагруженных протезов тазобедренного и коленного суставов. В данной работе исследовались сплавы кобальта, применяемые для эндопротезирования. Сегодня использование сплавов кобальта для хирургического применения в основном связан с ортопедическими протезами для колена, плеча и бедра, а также устройства для фиксации перелома. Эндопротезы суставов являются типичными долговременными имплантатами и поэтому применяемый материал имплантата должен соответствовать чрезвычайно высоким требованиям к биосовместимости и коррозионной стойкости Сплавы на основе кобальта в целом могут быть описаны как немагнитные, износостойкие, коррозионно-термостойкие. Сплавы Co-Cr обладают высокой устойчивостью к коррозии и усталости и имеют лучшую износостойкость, чем и Ti сплавы. Следовательно, сплавы Co-Cr считаются одними из лучших металлических биоматериалов для эндопротезирования суставов по системе металл-металл.

Влияние термоциклирования на упругие и неупругие свойства порошкового никелида титана после ротационной ковки

Пермякова Д.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Маркова Г.В.
ТулГУ, Тула
darya.per@gmail.com

Эквиатомный сплав Ti-Ni относится к числу перспективных и применяется во многих отраслях техники и медицины. Особое внимание к сплаву было обращено после обнаружения его уникальных свойств, называемых эффектами неупругости, связанных с термоупругим мартенситным превращением (ТУМП). Наиболее известные из них: эффект памяти формы, эффекты сверхупругости, эффект сверхпластичности, высокое внутреннее трение и демпфирование. Термоупругое мартенситное превращение в никелиде титана проявляет качества как фазового перехода 1-го рода, так и фазового перехода 2-го рода.

Основной проблемой при получении заготовок из никелида титана является достижение однородности состава по всему объему. Как показано ранее [1], технология порошковой металлургии позволяет получать гомогенные заготовки сразу после спекания. Однако в спеченных образцах наблюдается остаточная пористость около 2 %, для устранения которой необходимо использовать термомеханическую обработку, например, ротационную ковку.

Для определения температур ТУМП и характеристик упругости и неупругости сплавов с ТУМП широко используется метод внутреннего трения.

Целью данной работы является изучение изменения температурного спектра внутреннего трения (ВТ) порошкового сплава TiNi в результате трехкратного термоциклирования (ТЦ) через температурный интервал мартенситного превращения.

Исследования проведены на проволочных образцах, вырезанных из заготовок, полученных в результате вакуумного спекания гомогенного гидридно-кальциевого порошка интерметаллида TiNi и последующей термомеханической обработки (ТМО) – горячей ротационной ковки при 900°С со степенью истинной деформации e=1,5.

Измерения температурных зависимостей ВТ и резонансной частоты проведены на обратном крутильном маятнике РКМ-ТПИ в диапазоне температур от -100 до 120°С, при частоте около 1 Гц и амплитуде деформаций □=10-6. Скорость изменения температуры при нагреве и охлаждении составляла 0,5…2°С.

ТУМП в данном сплаве сопровождается формированием нерелаксационного мартенситного пика ВТ и аномальным снижением резонансной частоты на температурной зависимости на температурной зависимости квадрата резонансной частоты (Т3f 2).

На Т3ВТ при нагревании формируется один отчетливо выраженный максимум, наблюдаемый при Т= 35, 37 и 37°С, соответственно в каждом цикле, совпадающий с одним минимумом на Т3f 2. Это соответствует одностадийному превращению В19` → В2. При охлаждении на Т3f 2 наблюдается два минимума, которым соответствуют два максимума на Т3ВТ, отображающие серию превращений В2→R при Т= -9, -13, -9°С и R→В19’при Т=28, 29, 22 °С, соответственно.

Полученные Т3ВТ включают в себя низкотемпературный фон, высокотемпературный фон и максимумы ВТ. Для разделения пиков ВТ, определения их точного положения и вычитания фона использовалось ПО Origin. Анализ полученных Т3, показал, что проведение термоциклической обработки оказывает влияние на ВТ. Отчётливая связь характеристик термоупругого мартенситного превращения и термоциклирования проявляется в возрастании величины термического гистерезиса превращения от 7 до 15°С.

Список литературы:

1. А.В. Касимцев, Г.В. Маркова, А.В. Шуйцев, Ю.В. Левинский, Т.А. Свиридова, А.В. Алпатов, Порошковый гидридно-кальциевый интерметаллид TiNi // Известия ВУЗов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2014. № 3. С. 31-37.

Изготовление прессованных профилей из алюминиевого сплава

Петухова О.С.
Научный руководитель — к.т.н. Ягудин Т.Г.
МАИ, Москва
m4loffol@yandex.ru

Ведутся исследования, направленные на внедрение в конструкции летательных аппаратов высокопрочного быстро закристаллизованного алюминиевого сплава. Исследования показали, что гранулируемый сплав отличается значительно большей технологичностью при прессовании по сравнению со сплавами типа В96. При этом сплав имеет высокие коррозионные характеристики и, что особенно важно, высокие конструкционные свойства.

Гранулы были отлиты по стандартной технологии. От каждой плавки берут пробу для оценки качества структуры гранул на выявление структурных различий с эталоном металлографическим методом. Структура гранул должна представлять собой пересыщенный α-твердый раствор без первичных интерметаллидов. Наличие первичных интерметаллидов указывает на негодность гранул. На зигзаг-сепараторе встречным избыточным давлением товарную массу гранул очищали от неметаллических включений. Затем технологические капсулы с гранулами проходили проверку на герметичность изготовления капсул, так как герметичность имеет ведущее значение для исключения попадания воздуха в объем капсулы с гранулами и предотвращения образования молекулярных газовых примесей в

полуфабрикатах. Принятая технологическая схема проверки капсул на герметичность методом погружения в ванную с горячей водой отличалась низкой производительностью и недостаточной надежностью. С целью повышения чувствительности метода, сокращения времени проверки были проведены эксперименты по проверке капсул на герметичность методом избыточного давления газа с погружением в воду.

Испытывалось 12 капсул диаметром 290 мм и высотой 1100 мм. Погруженные в нагретую до 80°С воду на глубину 200 мм капсулы выдерживали 0,25 часа. При визуальном контроле поверхности сварных швов выхода струи пузырьков не наблюдалось ни в одной из испытываемых капсул.

При контроле методом избыточного давления трубку капсулы соединили с редуктором баллона с аргоном и установили давление (0,2-0,5) ат. (20265 – 50662 Н/м2). На двух из двенадцати капсул в месте приварки трубки к капсуле наблюдался выход струи пузырьков, что свидетельствовало о негерметичности сварного шва. Таким образом, было установлено, что применяемый метод обнаружения негерметичных мест в капсуле с гранулами не является достаточно надежным. Метод избыточного давления газа в холодной воде позволяет снизить время проверки, улучшает условия визуального контроля, снижает энергоемкость процесса. Порядок проведения проверки капсул с гранулами на герметичность избыточным давлением газа в холодной воде внесен в ТИ 01-66-89.

Затем гранулы поступили на дегазацию. В процессе проведения работ были опробованы две технологические схемы дегазации:

– дегазация с продувкой аргоном и последующим вакуумированием через две газоотводные трубки;

– вакуумная дегазация.

Модификация заэвтектического силумина (22-24 вес.%) электронным пучком субмиллисекундной длительности воздействия

Рыгина М.Е.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Иванов Ю.Ф.
ТПУ, Томск
L-7755me@mail.ru

Силумины — литейный алюминиевый сплав. В зависимости от содержания кремния различают доэвтектические (<12 вес.%), эвтектические (≈12 вес.%) и заэвтектические (>12 вес.%) силумины [1]. В то время, как доэвтектические и эвтектические силумины широко используются на практике, заэвтектические представляют собой перспективный для использования в машиностроении сплав. Известно, что увеличение содержания кремния в составе силумина сопровождается ростом твёрдости. Однако формирование в сплаве в процессе отливки газовых пор и первичных зерен кремния размером более 100 мкм негативно сказываются на служебных характеристиках силумина [2].

Цель данной работы — модификация поверхности образцов силумина электронным пучком субмиллисекундной длительности воздействия.

В качестве материала были использованы образцы заэвтектического силумина с содержанием кремния 22-24 вес.%. Перед испытаниями часть образцов облучали интенсивным импульсным электронным пучком (установка «СОЛО» [3]). Режим облучения: энергия ускоренных электронов 18 кэВ, плотность энергии пучка электронов 20 Дж/см2, частота следования импульсов 0,3 с-1, длительность воздействия пучка электронов 150 мкс, число импульсов облучения 5. Режим облучения выбран согласно тепловым расчетам [4]. Образцы исследовали методами оптической (μVizo-MET-221) и сканирующей электронной (SEM-515 Philips) микроскопии. Микротвердость определяли на ПМТ-3.

Показано, что после облучения структура образцов силумина измельчается, размер зерен составляет 2-4 мкм. Как показали исследования поперечного шлифа, глубина проплавленного слоя достигает 120 мкм. В поверхностном слое в объеме зерен в результате высокоскоростной кристаллизации образуется неравновесная субмикро- наноразмерная структура. Методами

микрорентгеноспектрального анализа выявлено наличие в поверхностном слое атомов кремния (27 вес.%), железа (4,5 вес.%), кислорода (9,7 вес.%), остальное алюминий. Установлено, что облучение силумина импульсным электронным пучком приводит к увеличению твердости поверхностного слоя образов в 2,3 раза.

Таким образом, модификация заэвтектического силумина импульсным электронным пучком (20 Дж/см^2, 150 мкс, 0,3 с-1, 5 имп.) приводит к формированию в поверхностном слое субмикро- нанокристаллической структуры и кратному увеличению твердости.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №19-52-04009).

Список литературы:

1. Гаврилин И.В., Кечин В.А., Колтышев В.И. Получение литейных силуминов с использованием пылевидного кремния и металлоотходов. Моногр. / Владим. гос. ун-т. Владимир. — 2003. — 149 с.

2. Rygina M.E., Ivanov Y.F., Laskovnev A.P., Teresov A.D., Cherenda N.N., Uglov V.V., Petrikova E.A., Astashinskaya M.V. Modification of the sample's surface of hypereutectic silumin by pulsed electron beam // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2016 — Vol. 124, Article number 012138. — p. 1-5.

3. Коваль Н.Н., Иванов Ю.Ф. Наноструктурирование поверхности металлокерамических и керамических материалов при импульсной электронно-пучковой обработке // Известия вузов. Физика. — 2008. – Т. 51. – № 5. – С. 60-70.

4. Иванов Ю.Ф., Петрикова Е.А., Иванова О.В., Иконникова И.А., Ткаченко А.В. Численное моделирование температурного поля силумина, облученного интенсивным электронным пучком // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т. 58. – №4. — С. 46-51.

Влияние легирования иттрием на механические свойства титановых сплавов

Савостин Д.С., Соловьев А.С., Гуреев И.И.
Научный руководитель — Грушин И.А.
МАИ, Москва
denis.savostin2012@yandex.ru

Титановые сплавы обладают отличной удельной прочностью, жёсткостью, твёрдостью, коррозионной стойкостью и биосовместимостью. В настоящее время сплавы на основе титана используются в самых разных областях, включая медицину, пищевую промышленность, авиа- и ракетостроение. Тем не менее, их использование может быть более обширным, при условии улучшения их механических характеристик и технологических свойств. Влияние легирования титановых сплавов частицами редкоземельных металлов и их оксидами, в частности иттрия, на механические свойства, особенно при повышенных температурах, хорошо изучено [1-4].

Механические свойства порошкового сплава Ti-Fe-Mo могут быть значительно улучшены за счёт внедрения 0,6 масс.% иттрия, особенно после термомеханической обработки. Причиной может служить удаление кислорода из матрицы титана и упрочняющее действие частиц оксида иттрия. Оксиды имеют более высокую твердость, чем титановая матрица, и будут усиливать сплав, блокируя движение дислокаций и распространение трещин, что приводит к повышению прочности сплава Ti – Fe – Mo – Y. Кроме того, из-за дальнейшего расходования кислорода из матрицы на образование оксида иттрия значительно возрастает пластичность сплава Ti – Fe – Mo – Y по сравнению с базовым сплавом [3].

В титановом сплаве системы Ti – Y, содержащий в своём составе 0,74 масс.% иттрия, наблюдается повышение прочности примерно на 100 МПа вплоть до 550 °C. При дальнейшем повышении температуры упрочняющий эффект ослабевает и свыше температуры 700 °C становится незначительным. Также в сплаве, содержащем иттрий, наблюдается рост пластичности по сравнению с чистым титаном даже при повышенных температурах [4].

Можно видеть, что иттрий имеет высокий потенциал в качестве легирующего элемента с целью улучшения механических свойств титановых сплавов. Положительное влияние иттрия

обусловливается его способностью образовывать частицы оксида Y2O3 за счёт его высокого сродства к кислороду.

Список литературы:

1. De Castro V. et al. Microstructure and tensile properties of Y2O3-dispersed titanium produced by arc melting // Materials Science and Engineering: A. – 2006. – Т. 422. – №. 1-2. – С. 189-197.
2. Geng K., Lu W., Zhang D. Microstructure and tensile properties of in situ synthesized (TiB+ Y2O3)/Ti composites at elevated temperature // Materials Science and Engineering: A. – 2003. – Т. 360. – №. 1-2. – С. 176-182.
3. Liu Y. et al. Microstructures evolution and mechanical properties of a powder metallurgical titanium alloy with yttrium addition // Materials and Manufacturing Processes. – 2010. – Т. 25. – №. 8. – С. 735-739.
4. Naka S., Marty M., Octor H. Oxide-dispersed titanium alloys Ti-Y prepared with the rotating electrode process // Journal of materials science. – 1987. – Т. 22. – №. 3. – С. 887-895.

Исследование керамикоподобных покрытий, получаемых микродуговым оксидированием сплава Э110 с добавлением в электролит нанопорошка оксида итрия

Сивцова Г.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Борисов А.М.
МАИ, Москва
Galinapanasova1@gmail.com

Одним из перспективных методов получения покрытий из диоксида циркония является микродуговое оксидирование (МДО) [1]. Покрытия, полученные методом МДО, имеют низкую теплопроводность, например, для покрытий из диоксида циркония она может достигать 0.2 Вт/м•К. Благодаря своим свойствам керамические покрытия из диоксида циркония, получаемые методом МДО являются эффективными в качестве теплозащитных покрытий. Для улучшения функциональных свойств МДО-покрытия применяют стабилизацию его тетрагональной фазы, что достигается путём добавки в электролит нанопорошка оксида иттрия [2, 3].

Работа посвящена формированию и исследованию структуры керамикоподобных диоксид циркониевых покрытий, получаемых микродуговым оксидированием с добавлением в электролит нанопорошка оксида иттрия при разных плотностях тока.

В качестве подложки для покрытий использовались дисковые образцы сплава Э110 (Zr – 99%, Nb – 1%). МДО-обработку проводили в силикатно-гипофосфитном электролите с добавкой 6 г/л нанопорошка оксида иттрия. Покрытия формировали в анодно-катодном режиме с соотношением токов 1:1 в течение 60 мин при средних плотностях тока 20 и 30 А/дм^2. Исследования проводили с помощью методов растровой электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, скретч-тестирования и профилометрии.

МДО-покрытия сформированные при плотностях тока 20 и 30 А/дм^2, имели толщины 100 и 120 мкм. В результате анализа данных РЭМ было выявлено, что поверхностный слой покрытий состоит из двух типов областей: кратеров с порами в центре и конгломератов наночастиц, а внутренний слой имеет поликристаллическую структуру. Рентгенофазовый анализ показал, что добавка нанопорошка оксида иттрия приводит к формированию стабилизированной тетрагональной фазы как при плотности тока 20 А/дм^2, так и при 30 А/дм^2. При исследовании шероховатости покрытий было выявлено, что увеличение плотности тока МДО-обработки приводит к возрастанию шероховатости покрытий. В результате скретч-тестирования МДО-покрытия, сформированного при плотности тока 20 А/дм^2, было установлено, что критическая нагрузка разрушения покрытия составляет ~ 180 Н.

Список литературы:

1. Савушкина С.В., Полянский М.Н., Борисов А.М., Виноградов А.В., Людин В.Б., Данькова Т.Е., Агуреев Л.Е.// Поверхность. Рентгеновские, синхронные и нейтронные исследования. 2016. №4. С. 45-50

2. Savushkina S.V., Ashmarin A.A., Apelfeld A.V., Borisov A.M., Vinogradov A.V., Polyansky M.N., Bogdashkina N.L.// Journal of Physics: Conference Series. 2017. V. 857. № 1. P. 012037.
3. Apelfeld A.V., Ashmarin A.A., Borisov A.M., Vinogradov A.V., Savushkina S.V., Shmytkova E.A.// 2017 Surf. Coat. Technol. V. 328. P.513–517.

Вакуумная дегазация капсул с одной газоотводной трубкой

Смирнова Е.А., Петухова О.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Федорова Л.В.
МАИ, Москва
evgeshavulkan@gmail.com

При дегазации нагрев гранул менее равномерен, чем по первой, кроме этого процесс был более длителен, так как удаление продуктов десорбции ведётся через одну газоотводную трубку. Дегазация в капсулах с одной трубкой проводилась на гранулах различных плавок. По сравнению с ранее применявшейся технологии в данной работе первая ступень вакуумной дегазации была изменена. Так как при нагреве гранул происходит интенсивная диссоциация воды вакуумные насосы как бы «захлебывались» при откачке капсул, поэтому пришлось перекрывать капсулы, «сушить» масло в форвакуумном насосе, а гранулы в это время находились, практически в «паровой бане». Так продолжалось несколько раз. Это приводило к тому, что в итоге содержание кислорода в полуфабрикатах из алюминиевого сплава достигало (0,05-0,07) масс % (500-700 ppm). Для того, чтобы избежать этот неприятный момент, откачку гранул на первой ступени вели форвакуумным насосом с открытым дозатором в режиме откачки парогазовой смеси.

Учитывая, что в алюминиевом сплаве вследствие наличия магния поверхностная оксидная плёнка гидратирована в большей степени, нагрев капсул на первой ступени до 300°С проводили без подключения к вакуумной системе. Пары воды свободно выходили из трубки, а отсутствие разряжения в капсуле обеспечивало равномерный нагрев. При достижении на капсулах температуры 300°С, их подстыковывали к вакуумной системе и вели вакуумную откачку продуктов десорбции. Это позволило уменьшить цикл дегазации гранул (до суток) и степень окисления гранул. Этот метод наиболее приемлем для сплавов, не склонных интенсивному окислению при температурах (300 – 400) °С.

Компактирование брикетов, прошедших простую вакуумную дегазацию, вели на гидравлическом прессе усилием 49 МН в контейнере диаметром 306 мм. После снятия с брикетов алюминиевой оболочки, от них отбирали темплеты для контроля макроструктуры и газосодержания.

Анализ содержания кислорода в брикетах показал, что его уровень во всех брикетах не превышает 0,03 масс % (300 ppm).

Исследование газосодержания образцов брикетов показало, что в целом уровень ниже, чем при применении комбинированной дегазации с продувкой аргоном. Также обращает на себя внимание меньшая разница между общим газосодержанием и содержанием водорода. Это является косвенным свидетельством предположение о том, что при дегазации с продувкой аргоном не удается в полной мере обеспечить полную эвакуацию аргона из объема капсулы.

Влияние микролегирования иттрием на структуру и фазовый состав (α+β)-титановых сплавов

Соловьев А.С., Савостин Д.С., Виноградов Р.Е.
Научный руководитель — Грушин И.А.
МАИ, Москва
netherwings@protonmail.com

Микролегирование титановых сплавов различными элементами, содержание которых не превышает 0,1 масс.%, включая РЗМ, привлекает исследователей как с практической, так и с

теоретической точек зрения. В частности, одним из наиболее часто используемым РЗМ является иттрий и его оксиды. Иттрий, введённый в титановый сплав в качестве легирующего элемента, обеспечивает образования более мелких зёрен при охлаждении с температур образования β-фазы, а также способствует удалению кислорода из матрицы, присутствие которого существенно затрудняет процесс рекристаллизации [1].

Так, присутствие 0,06 масс.% иттрия в (α+β)-титановом сплаве системы Ti-Al-Mo-V-Cr-Fe приводит к уменьшению содержания кислорода в твёрдом растворе за счёт образования оксида Y2O3. Данный эффект приводит к снижению температуры полиморфного превращения, повышает устойчивость β-твёрдого раствора к превращениям, вызванными охлаждением от 700-950 °C, а также замедляет рост зёрен при нагреве до температур β-области [2].

Исследование титанового сплава Ti-1100, легированного 0,1 масс.% иттрия, демонстрирует значительное уменьшение размера β-зёрен в процессе термической обработки, что связано с образованием в сплаве частиц оксида иттрия Y2O3. Их присутствие уменьшает содержание кислорода в твёрдом растворе, чем увеличивает скорость зарождения твёрдой фазы в сплаве Ti-1100, благодаря чему удаётся получить меньший размер зёрен по сравнению с исходным сплавом при одинаковых условиях термообработки. Помимо этого, частицы Y2O3 играют роль препятствия для миграции границ зёрен β-фазы, что также оказывает положительное влияние на размер зёрен [3].

Таким образом, можно видеть положительное влияние микродобавок иттрия на структуру и фазовый состав (α+β)-титановых сплавов. В основном это достигается за счёт высокого сродства иттрия к кислороду и, как следствие, образованию в структуре мелкодисперсных частиц оксида иттрия Y2O3. Можно сделать вывод о том, что использование иттрия в качестве легирующего элемента в (α+β)-титановых сплавах оправданно.

Список литературы:

1. B. B. Rath, B. A. Mc Donald, S. M. Sastry, et al., “Influence of erbium and yttrium addition on the microstructure and mechanical properties of titanium alloys” in: Titanium 80, Proc. 4th Int. Conf. on Titanium, New York (1980), Vol. 2, pp. 1185 – 1196.

2. Illarionov A. G., Popov A. A., Illarionova S. M. Effect of microalloying, with rem inclusively, on the structure, phase composition and properties of (α+β)-titanium alloy // Metal Science and Heat Treatment. – 2016. – Т. 57. – №. 11-12. – С. 719-725.

3. Cui W. F. et al. Characteristics of microstructures and second-phase particles in Y-bearing Ti-1100 alloy // Materials Science and Engineering: A. – 2002. – Т. 323. – №. 1-2. – С. 192-197.

4. Seagle S. R., Hall G. S., Romberger H. B. Effect of yttrium on the microstructure of titanium alloys // Titanium'80 Science and Technology. – 1980. – Т. 3. – №. 5. – С. 2169-2175.

Качество поверхности сплава Д16Т после лазерной резки

Стаханова Я.А.
Научный руководитель — доцент, Тихонова И.В.
ТулГУ, Тула
yana.stakhanova@mail.ru

В строительной и производственной сферах большой популярностью пользуется нарезка деталей при помощи лазерных установок. Механическое воздействие на материал при таком процессе сводится к нулю, и это гарантирует отсутствие деформаций рабочей поверхности. Эксплуатация лазеров позволяет получить высококачественные детали, избежав при этом производственных затрат, связанных с человеческим фактором.

Для того, чтобы расширить практическое применение данного метода выполнен достаточный объем исследований свойств стали разных марок и количество публикаций, в которых изучается влияние лазерной резки на микроструктуру и микротвердость приповерхностных областей алюминиевых сплавов ограничено [1].

Целью данной работы является исследование приповерхностных областей листов Д16Т (ГОСТ 4784-97) толщиной 6 мм после ЛР по различным режимам. Мощность варьировалась

в диапазоне 1400-1700 Вт, скорость – 300-500 мм/мин, фокусное расстояние – 293-300 мм. При этом постоянными было давление вспомогательного газа – 1,2 МПа.

Макрофрактографический анализ поверхности реза выполнен для определения особенностей её макростроения, а также подтверждения отсутствия грата. Анализ проводился при помощи стереоскопического микроскопа и фотоаппарата. Расчет распределения температур от поверхности реза вглубь образца по различным режимам проводили по рекомендациям [2]. Измерение микротвердости приповерхностных областей по методу Виккерса (ГОСТ 2999-75) выполняли на твердомере HV1000 (нагрузка 0,1 кг, время выдержки 10 с). Микроскопический анализ на оптическом микроскопе Axi-oObserver при увеличении (х200) осуществляли на микрошлифах, поверхность которых включала область вблизи кромки реза.

Макрофрактографический анализ показал наличие двух зон на поверхности реза – зоны лазерного воздействия и зоны выдувания газом. Зона лазерного воздействия составляет в среднем 21 % от всей толщины листа после всех режимов ЛР.

Расчет распределения температур позволил сделать вывод о том, высокие температуры непосредственно у края реза снижаются постепенно по мере удаления от него таким образом, что протяженность зоны термического влияния (ЗТВ) составляет от 2,8 до 3,1 мм.

Регрессионным анализом установлено, что изменение мощности оказывает более значительное влияние на ЗТВ, чем вариации скорости. За счет варьирования значений мощности можно изменить протяженность ЗТВ до 17 %, скорости ЛР — до 5 %.

Микротвердость вблизи поверхности реза (на расстоянии до 0,5 мм), после некоторых режимов ЛР оказалась повышенной, затем HV плавно понижается. Был проведен дисперсионный однофакторный анализ, который свидетельствует о том, что на средний уровень микротвердости приповерхностной области режимы ЛР оказывают значимое влияние. Дальнейший регрессионный анализ выявил, что основной вклад в упрочнение поверхностной области вносят скорость и мощность.

Изменений в структуре приповерхностных областей по сравнению с исходным состоянием не обнаружено.

Проведенные исследования позволяют считать, что для заготовок Д16Т при необходимости максимальный размер удаляемого поверхностного слоя не должен превышать 0,5 мм.

Изготовление деталей из листового металла

Степанов С.А.
Научный руководитель — Харитоненков А.И.
МАИ, Москва
semeon.stepanov2015@yandex.ru

В современном мире среди конструкционных материалов одними из самых распространённых являются изделия из листового металла и их соединения. Изделия из листового металла используются в самых различных сферах деятельности человека. Их используют для изготовления деталей автомобилей, инженерных сооружений, элементов бытовой техники, а также в авиационной сфере, судостроительной сфере и во многих других сферах. Среди огромного разнообразия продукции из листового металла можно встретить как микроскопические детали для часовых механизмов наручных часов, так и элементы для строительства небоскрёбов и компоненты для строительства огромных океанических лайнеров.

Листовой металл используют для производства надежных и прочных изделий. Изделия из листового металла популярны благодаря своей способности к остаточной деформации, благодаря этой способности из листового металла можно создать изделие практически любой формы. Изготовление детали из листового металла происходит в несколько этапов, таких как разработка эскиза детали и технология её производства, изготовление заготовки, придание заготовки геометрии детали, соединение отдельных элементов, финальная обработка изделия, сборка готового изделия.

Для того чтобы создать высококачественную деталь её необходимо правильно обработать, придать ей необходимую форму и свойства. Рассмотрим самые распространенные методы изготовления деталей из листового металла.

Обработка резанием — это процесс получения детали требуемой геометрической формы, точности размеров, за счет механического срезания с поверхностей заготовки режущим инструментом материала технологического припуска в виде стружки. Существует несколько технологий резания: сверление, протягивание, фрезерование и точение. Их общая черта – необходимость использования заготовки, форма которой должна быть близка к готовому изделию.

Сварка деталей — это процесс соединения двух деталей, или заготовок для получения третьей. Стоит учитывать, что использование сварки зависит от конструктивных особенностей желаемой детали.

Обработка давлением — самый обширный и широко используемый из методов изготовления деталей. Он содержит множество технологий и способов обработки, таких как прокатка, штамповка, гибка, пробивка, прессование и множество других способов. За счет хороших показателей пластичности, металлу может быть придана любая форма, структура материала при этом не нарушается. Гибка обеспечивает возможность выпуска цельных деталей, у которых отсутствуют соединительные швы. В сравнении с той же сваркой, изделия, получаемые в результате гибки имеют более высокий срок службы. Пробивка позволяет изготавливать большие партии изделий из листового металла за короткое время. С помощью процесса вырубки металлической детали придают готовый вид изделия, имеющего замкнутый контур. С помощью вытяжки из листовых плоских заготовок получают полые объемные изделия. Например, таким способом изготавливают детали, имеющие форму полусферы, цилиндра, конуса, куба и других видов.

Изделия из листового металла широко востребованы в различных сферах деятельность, благодаря таким качествам, как доступность, разнообразие форм, высокая прочность, долговечность, простота монтажа и обработки.

Исследование течения разнородных материалов: «металл-металл» и «металл-полимер» в процессе осадки низких заготовок

Сухоруков А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Петров А.Н.
Московский Политех, Москва
a888mp50@yandex.ru

Одна из наиболее серьезных проблем технологического прогресса состоит в необходимости обеспечивать постоянное соответствие между технологическими свойствами новых комбинаций материалов, и все более жесткими механическими требованиями к их эксплуатации.

В работе приведены результаты экспериментов по осадке низких комбинированных заготовок и результаты исследования течения металла. Биметаллические комбинированные заготовки состоят из кольца и вставки, изготовленных из разнородных металлов, а комбинированные заготовки с полимерами — из металлического кольца и полимерной вставки. Исследуемый материал для заготовок «металл-полимер»: латунь марки Л63, мельхиор марки МН25, полимерные вставки выполнены из полипропилена и полиакрила. Эксперименты по осадке заготовок выполнены на чеканочном кривошипно-коленном прессе К8336 в закрытом штампе [1].

Целью работы является выбор геометрических параметров «кольцо-вставка» и определение допустимой нагрузки разрушения, полученной композиционной заготовки. В работе исследованы металлические покрытия для снижения трения при осадке.

Определены оптимальные посадочные размеры соединения «кольцо-вставка», для получения прочного соединения. Получены экспериментальные образцы заготовок после осадки, исследована макроструктура комбинированных заготовок [2], исследовано медное

покрытие, полученное электрохимическим способом, в качестве смазочного материала. Толщина исследуемого медного покрытия на поверхности кольцевых заготовок составляет 1 мкм и 2 мкм. Определена разрушающая нагрузка полученных комбинированных заготовок. Производственные руководящие материалы для получения низких биметаллических заготовок регламентируют допустимую нагрузку P ≤70 кг.

Список литературы:

1. Головин В.А. Калибровка и чеканка / Справочник. В 4-х т. Т. 3. Холодная объемная штамповка // Под ред. Г.А. Навроцкого. М.: Машиностроение, 1987. С. 178-181.

2. Типалин С.А. Художественная чеканка медалей [Текст]: учеб. пособие / С.А. Типалин, Филиппов Ю.К., Яковлев С.С., Проскуряков Н.Е -М.: Издательство ТулГУ, 2014. — 52 с.

Анализ разработок уплотнительных покрытий в ГТД и выбор методов испытания на износостойкость

Фаткуллин А.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ильинкова Т.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
urmyfood@gmail.com

Применение уплотнительных покрытий в частях турбины и компрессора газотурбинного двигателя (ГТД) позволяет значительно повысить КПД и тепловую мощность двигателя за счет уплотнения зазоров по периферийным торцам лопаток и по гребешкам лабиринтных уплотнений между ступенями по всей окружности вращения, минимизируя износ вращающихся лопаток ротора. Главными требованиями к уплотнительным покрытиям в ГТД являются достаточная прочность, высокие антифрикционные и теплозащитные свойства, низкое сопротивление «выветриванию» рабочей поверхности, податливость при врезании лопаток лабиринтными выступами, эрозионная стойкость [1]. С ростом температуры эксплуатации в качестве основы подбираются матричный материал в порядке повышения температурной стойкости. Также возникает необходимость использовать на поверхности статорной части существенно менее прочный материал, чем на роторе.

К настоящему времени определились три основных направления в создании материалов для уплотнений ГТД: спеченные, напыленные и сотовые конструкции.

Проведение операций контроля, а также испытаний покрытий на готовых изделиях является невероятно важной операцией, которая позволяет дает понять каким образом, с помощью изменения структуры материала, изменения процесса нанесения покрытия, либо варьируя его режимы возможно достичь необходимых в процессе эксплуатации свойств для достижения максимального ресурса работы изделия.

Если при эксплуатации уплотнительных покрытий выявляется, что коэффициент взаимного перекрытия сопрягаемых пар трения близок к 0, то наиболее оптимальным методом испытания на износостойкость будет метод, называемый «пальчик-по-диску».

Данный лабораторный метод испытаний, являющийся стандартным, (согласно стандарту США ASTM G99) [4] позволяет определить износ материалов в условиях скольжения с использованием прибора типа «пальчик-по-диску». Материалы испытываются в парах трения в номинально неабразивных условиях.

Для проведения испытания типа «пальчик-по-диску» необходимы 2 образца (пара трения). Первый — пальчик с закругленным концом, расположенный перпендикулярно ко второму образцу, в роли которого обычно выступает плоский круглый диск. В качестве образца-«пальчика» часто используется прочно удерживаемый шарик. Тестовый прибор либо вращает диск, либо пальчик вокруг оси диска. В любом случае, след скольжения образует круг на поверхности диска, плоскость которого может быть расположена как горизонтально, так и вертикально.

Образец-пальчик находится под конкретной нагрузкой по отношению к диску с помощью рычага и прикрепленным к нему грузами. Результатами являются объемные потери в кубических миллиметрах отдельно для диска и пальчика. Уровень износа определяется

измерением линейных размеров обоих образцов до и после испытания либо взвешиванием образцов также до и после испытания. При измерении линейных показателей износа, изменения длины или формы пальчика либо изменение глубины или формы диска, путь скольжения (в миллиметрах) определяется любым подходящим метрологическим способом, например, с помощью электронного дальномера или зондового профилометра.

Параметры испытания

1. Нагрузка — значения силы в Ньютонах в месте контакта.

2. Скорость — относительная скорость скольжения между контактирующими поверхностями в метрах в секунду.

3. Расстояние — накопленное расстояние скольжения в метрах.

4. Температура — температура одного или обоих образцов в местах, близких к месту контакта.

5. Среда — среда (лабораторный воздух, относительная влажность, смазка и т. д.), окружающая и оказывающая влияние на место контакта и износ в целом.

Также, важным параметром испытания является коэффициент трения. Его определения для конкретной пары образцов также можно определять с помощью методики «палец по диску».

Таким образом, параметры, контролируемые при испытании данным методом для определения характеристик изнашивания, являются:

1. Диаметр образца-диска
2. Скорость вращения диска
3. Температура испытания
4. Диаметр окружности следа износа (то есть двойное расстояние от оси диска до точки контакта)
5. Нагрузка
6. Время испытания
7. Диаметр образца-пальчика

Результатами же испытаний, выполненных данным методом, могут быть:

1. Коэффициент трения
2. Объемный износ
3. Массовый износ
4. Характер износа или разрушения
5. Интенсивность изнашивания
6. Скорость изнашивания

Список литературы:

1. Мигунов В.П., Фарафонов Д.П., Деговец М.Л., Ступина Т.И. Уплотнительные материалы для проточного тракта ГТД // ВИАМ/2012-206075

2. Qinling Bi, Shengyu Zhu, Weimin Liu High Temperature Self-Lubricating Materials // Tribology in Engineering

3. Тушинский Л.И., Плохов А.В., Токарев А.О., Синдеев В.И. Методы исследования материалов: Структура, свойства и процессы нанесения неогранических покрытий. // М.: Мир, 2004 – 384 с.: ил.

4. Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus // ASTM Designation: G 99 – 95a (Reapproved 2000)

Исследование влияния степени деформации на изменение структуры алюминиевого сплава АД0 в поляризованном свете

Чаплыгин К.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Воронин С.В.
Самарский университет, Самара
chapkostya96@mail.ru

Контроль анизотропии механических свойств необходим при процессах деформирования катанных, штампованных, кованных и других заготовок. С целью контроля коэффициента анизотропии из заготовки вырезаются образцы в продольном и поперечном направлении, которые в дальнейшем подвергаются испытаниям на растяжение. По результатам данных испытаний рассчитывается коэффициент анизотропии материала. Данный вид испытания является достаточно трудоемким и материально затратным. Основываясь на явление окрашивания зерен в поляризованном свете в разные цвета в зависимости от их ориентации после электролитического травления, в данном исследовании рассматривается возможность применения этого явления для оценки степени анизотропии металла после деформации. Анизотропия материла зачастую зависит от степени деформации. Поэтому целью данной работы являлось установление закономерности изменения интерференционной картины микроструктуры алюминиевого сплава АД0 в зависимости от степени деформации материала.

Для достижения поставленной цели были изготовлены образцы с геометрическими размерами 180x28x8 мм из алюминиевого сплава АД0 для растяжения на универсальной испытательное разрывной машине ИР 5113-100. Образцы имели изменяющуюся по длине ширину рабочей части с 17,8 до 27,9 мм для создания градиентного изменения степени деформации по рабочей длине образца. Предварительно образцы подвергались рекристаллизационному отжигу при температуре 320ºС в течении 15 минут. Нагрузка, которой подвергался образец, рассчитывалась из условия, что напряжение, возникающее в минимальном сечении образца, должно быть равным нагрузке временного сопротивления материала, а напряжение в максимальном сечении равным пределу текучести материала. После проведения нагружения образца рассчитывалась общая и локальная степень деформации, которая изменялась от 1 до 31%. Далее, в зависимости от степени деформации, вырезались образцы для изготовления металлографических шлифов. Шлифы подвергались механической полировке и электролитическому травлению.

По результатам металлографического анализа методом поляризационной микроскопии были сделаны выводы об изменении количества зерен одного цвета в зависимости от степени деформации исследуемого участка.

Уплотнительные и износостойкие покрытия в зазорах узлов ГТД

Шайдуллина Р.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ильинкова Т.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
8milyash@gmail.com

Проведен анализ патентов США с 1965 по 2014 год в области разработок самосмазывающихся износостойких, уплотнительных покрытий. Основная тенденция в создании составов УП: использование компонентов, выполняющих роль твердой смазки, на основе серебра, платины, фторидов бария, кальция, сульфидов переходных металлов.

В одном из ранних патентов США № 3,199,934 от 1965 года в области разработок высокотемпературных УП предлагается состав покрытия, который может поддерживать поверхностную пленку, обеспечивающую смазывающую способность от криогенных (-184,4°C) до повышенных температур (815°C) на основе Ag 7,5-22,5%, Pt 7,5-22,5%, MoS_2 26,25-78,75%, PbO 5,45-27,55%, SiO_2 0,4-1,2%.

В патентах № 3,419,363; 3,508,955; 4,214,905 предлагаются составы в виде пористого высокотемпературного сплава (сплава никель-хром или пористого никеля), в которых посредством инфильтрации (пропитки) была распределена эвтектическая композиция BaF2/CaF2, и дополнительно на внешней поверхности было создано покрытие на основе эвтектики и серебра. Один из рекомендуемых составов: 67% NiCr, 16,5% эвтектика двойной системы BaF2-CaF2, 16,5% стекла (состава 20% BaO, 10% K2O,10% CaO, 60% SiO2) [7].

В патентах № 4,728,448; 5,034,187 предлагается износостойкие композиции типа PS/PM200, состоящие из 30-70% Cr3C2, 20-60% металлического связующего (Ni-Co), 5-20% Ag, 5-20% фторидов металлов. Использование данного материала позволяет подшипникам сохранять низкие фрикционные свойства в расширенном диапазоне рабочих температур. Однако эти составы имеют недостатки: высокая стоимость и высокая твердость карбида хрома, требующая дорогостоящего алмазного шлифования для достижения необходимых размеров.

В патентах № 3,953,343; 4,136,211 предлагается материал в виде композита из металлической составляющей, компонента из стекла, обеспечивающего защиту металла от окисления и способствующего снижению износа, и фторидного компонента, обеспечивающего смазку. Предпочтительный состав стекла для данного изобретения: 20% BaO, 10% K2O, 10% CaO, 60% SiO2.

В патенте № 3,954,479 предлагается компактный твердый высокотемпературный и износостойкий материал с низким коэффициентом термического расширения в виде спеченного изделия матрицы из стекла или стеклокерамики и распределенного внутри матрицы износостойкого, антифрикционного оксида (NiO, Fe2O3, Bi2O3 или Cr2O3). Этот материал получают путем добавления к матрице оксида никеля, смешивания компонентов и спекания после горячего прессования со связующим при температуре 1000°C и 1400°C. При повышенной температуре может быть использован процесс экструзии. Предпочтительный состав материала: 20-80% стекла или стеклокерамики в качестве матрицы и 33-67% антифрикционных оксидов.

В патентах № 5,866,518; 6,254,660; 7,615,291; 8,753,417 предлагается композиционный материал, содержащий оксид хрома, устойчивый к окислению и коррозии при высокой температуре, диспергированный в металлическом связующем. Этот сплав в патенте № 6,254,660 был получен методом горячего уплотнения металлических порошков, в частности, путем спекания.

Композит под маркой PS304 в патенте США 5,866,518 обладает меньшей твердостью, чем композиты, содержащие карбид хрома. Он легко наносится с помощью плазменного напыления и может быть отполирован абразивом из карбида кремния.

В патенте № 7,615,291 предлагается материал покрытия, который заявителем назван CORONA910, содержит 20-40% Cr2O3, 40-60% NiCr, 10-20% WS2, 10-20% Ag. CORONA920 содержит 20-40% Cr2O3, 30-50% NiCr, 10-20% WS2, 10-20% Ag, 10- 20% MoO3.

В наиболее позднем патенте США № 8,753,417 от 2014 года предлагается состав PS400, содержащий никелевый сплав в качестве связующего. Оксид хрома на металлической связке содержит менее 40% Cr2O3 от массы смеси. Предпочтительным способом получения покрытия является плазменное напыление смеси на подходящую подложку с последующим шлифованием и полированием нанесенного покрытия, либо нанесение с абразивом.

Список литературы:

1. Ведомство США по патентам и товарным знакам [Электронный ресурс]. – URL: http://patft.uspto.gov/ (дата обращения: 18.02.2020).

Изучение влияния условий эксплуатации на характеристики работоспособности изделий из никелида титана

Шаталина Д.В., Смирнова Е.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Коллеров М.Ю.
МАИ, Москва
ShatalinaDV@gmail.com

В настоящее время возможности медицины довольно широки, однако не безграничны. Существует достаточное количество заболеваний, которые не имеют надлежащей терапии. Врачами предлагаются все новые методы лечения пациентов с привлечением современных технологий из разных областей науки. Так, исправление дефектов опорно-двигательного аппарата стало возможно с применением эндопротезов из различных материалов. К изделиям из таких материалов предъявляются очень высокие требования. Они должны быть нетоксичны, биосовместимы, механически совместимы и надежны. Среди таких материалов можно выделить никелид титана.

Никелид титана или нитинол это сплав титана и никеля, в примерно равной пропорции с допуском легирования и содержания примесей. Материал биоэнертен и является наиболее близким по своим механическим характеристикам к натуральной кости человека. Изучая этот материал, ученые материаловеды выявили ряд интересных свойств, таких как сверхупругость и эффект памяти формы. Благодаря этим свойствам, имплантаты из этого материала могут эмитировать как работу костей, так и связок, а эффект памяти формы позволил инженерам создать конструкции, не требующие дополнительной фиксации и упрощающие работу хирурга. Из-за своих необычных свойств имплантаты на основе никелида титана получили широчайшее применение в остеохирургии.

Условия эксплуатации имплантатов из никелида титана сильно влияют на характеристики его работоспособности. Металл может выдерживать высокие деформации, и восстанавливать форму, но при несоблюдении правил эксплуатации существует риск «поломки» изделия. Речь идет не столько о разрушении, сколько о нарушении характеристик работоспособности, предъявляемых изделию. Так, при избыточном деформировании имплантата во время установки в организм, возможно неполное возвращение формы, которое в свою очередь приведет к неправильной работе имплантата, что в конечном счете, повлечет осложнения после операции.

Целью данной работы является исследование влияния условий эксплуатации на характеристики работоспособности имплантатов из никелида титана.

Для достижения цели необходимо решить 2 задачи:

1. Исследовать влияние удлинения имплантата в охлажденном состоянии на температуру восстановления формы и невосстанавливаемую деформацию.

2. Рассмотреть возможности повышения характеристик работоспособности имплантатов.

Для исследования был взят фиксатор для остеосинтеза грудины. Образец охлаждался до температуры 5-10 °С, претерпевал деформацию, далее происходил медленный нагрев образца и восстановление формы. В конце процесса восстановления формы фиксировались температура конца восстановления и невостановленная деформация. Цикл действий не прекращался до того момента, пока размер образца после восстановления формы не превышал больше 0.5 мм от первоначальной формы.

В результате работы, были сформулированы следующие выводы:

1. Наблюдаемое неполное восстановление формы при температуре использования обусловлено повышением температуры восстановления формы за счет незначительных деформаций по механизму скольжения дислокаций.

2. Повышение характеристик работоспособности имплантата возможно путем уменьшения температуры конца восстановления формы на 10-15 °С ниже температуры тела человека.

Использование сплавов на основе никелида титана в медицине, открыло новые возможности лечения травм и различных патологий опорно-двигательного аппарата.

Современные имплантаты, произведенные из никелида титана, позволяют упрощать сложнейшие операции. Однако всегда есть риск некорректной работы имплантатов из-за ошибок установки, или несоблюдения правил эксплуатации изделия.

Влияние промышленных режимов термической обработки на механические свойства поковок из титанового сплава VST5553

Шмырова А.В., Сидоркова М.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Егорова Ю.Б.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
nika19.75@mail.ru

Сплав VST5553 (5Al–5Mo–5V–3Cr) — это высокопрочный, высоколегированный титановый сплав псевдо-β класса, разработанный в 1997 году ОАО "Корпорация ВСМПО-АВИСМА" и предназначенный для изготовления крупногабаритных ответственных деталей для современных самолётов Airbus A380, Boeing 777, 787. В 1994-1995 годах на ВСМПО (г. Верхняя Салда) было налажено производство слитков и деформированных полуфабрикатов из этого сплава. В настоящее время из него изготавливают товарные слитки, кованые биллеты и более ста шифров штампованных поковок. Корпорация BOEING разработала две схемы термической обработки полуфабрикатов сплава 5553: STA (Solution Treatment, Aging) и BASCA (Beta Annealing, Slow Cooled, Aging). STA заключается в обработке на твердый раствор (ST), состоящей из нагрева и выдержки при температурах α+β-области, охлаждении на воздухе, старения и охлаждения на воздухе. BASCA состоит из нагрева до температур β-области, медленного охлаждения с печью до температур α+β-области, выдержки и медленного охлаждения.

Цель данной работы состояла в исследовании влияния режимов термической обработки, применяемых при производстве штампованных поковок, на механические свойства сплава VST5553. Объектами исследования послужили 32 поковки одного типоразмера, но разных плавок. Термическая обработка по режиму STA состояла из закалки (793-828ºС, выдержка 4 ч, охлаждение на воздухе) и старения (600-625ºС, 8-10 ч, охлаждение на воздухе). Для каждой поковки была проведена первичная статистическая обработка результатов механических испытаний 9-10 образцов, подвергнутых термической обработке по разным режимам. Исследовали следующие факторы: температура нагрева под закалку, температура и продолжительность старения, предел прочности, условный предел текучести, относительное удлинение, поперечное сужение. Силу связи механических свойств с режимами термической обработки оценивали на основе корреляционно-регрессионного анализа. Статистическую обработку проводили с помощью пакетов Stadia и Statistica.

При закалке на воздухе после нагрева в α+β-области фазовый состав сплава представлен первичной α-фазой и метастабильной β-фазой, которая в процессе старения претерпевает распад с выделением мелкодисперсной α-фазы и упрочняет сплав. Для большинства исследованных поковок было установлено, что повышение температуры нагрева под закалку на 10-15ºС не приводит к значимому изменению свойств сплава, в то время как такое же изменение температуры старения сопровождается уменьшением предела прочности, условного предела текучести и ростом относительного удлинения и поперечного сужения. Коэффициент корреляции для прочностных характеристик с температурой старения лежит в интервале 0,6-0,8, а для характеристик пластичности – 0,4-0,6. Для поковок разных плавок было проведено сравнение коэффициентов регрессии, характеризующих влияние температуры старения. Было установлено, повышение температуры на 10ºС может приводить к снижению прочностных свойств на 20-40 МПа и росту пластичности на 2-4%, что сопоставимо с литературными данными.

Секция №8.6 Механика и моделирование материалов и технологий

Гидродинамические и акустические причины нарушения стабильности лазерно-плазменных источников широкополосного излучения

Андросенко В.Н.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Якимов М.Ю.
МАИ, Москва
andros243@yandex.ru

Лазерно-плазменные источники широкополосного излучения высокой яркости на основе оптических разрядов находят все более широкое применение для исследования физических и химических свойств материалов в поляриметрии, эллипсометрии, микроскопии, абсорбционной спектроскопии и др.

Стабильность излучения, важная для применений, определяется стабильностью характеристик плазмы оптических разрядов [1, 2]. В докладе на основе наблюдения теневыми методами конвективного факела непрерывного и импульсно-периодического оптических разрядов исследуются гидродинамические и акустические эффекты, вызывающие пульсации оптических разрядов.

Создаваемая оптическими разрядами бароклинность среды приводит к тому, что движение газа в окрестности оптического разряда, возникающее из-за термогравитационной конвекции, приобретает вихревой характер. Конвективный факел оказывается состоящим из последовательно всплывающих вихревых колец, в результате чего возникают регулярные пульсации скорости конвективного потока в зоне разряда, сопровождающиеся пульсациями положения и яркости плазмы. Частота наблюдаемых пульсаций растет с давлением газа [3]. Анализ экспериментальных результатов приводит к закону подобия для частоты пульсаций в соответствии с соотношением $\nu=0.5(g/D)^{0.5}$, где g – ускорение свободного падения, D – диаметр конвективного факела. Это выражение совпадает с соотношением для пульсирующих пламён. Пульсации в случае оптических разрядов отличаются более высокими частотами вследствие большего давления газа и соответственно меньшего диаметра конвективного факела.

В импульсно-периодическом оптическом разряде с частотами повторения импульсов 1-40 кГц наблюдалось нарушение регулярности пульсаций факела термогравитационной конвекции, возникавшее вследствие возбуждения акустических колебаний с частотами, близкими к резонансным для данного разрядного объема как акустического резонатора. Были проведены расчёты резонансных частот для разрядного объёма в приближении идеального сфероида. Расчетные частоты соответствуют наблюдаемым в ходе эксперимента. Резонансные частоты соответствуют трём типам колебаний: продольных, поперечных и радиальных, каждые из которых по-разному влияют на пульсации термогравитационного факела. Некоторые типы возникавших акустических колебаний подавляли колебания конвективного факела, другие приводили к их резкому росту, в некоторых случаях вплоть до срыва разряда.

Список литературы:

1. Зимаков В. П., и др. // Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2016. Т. 17, вып. 2. http://chemphys.edu.ru/issues/2016-17-2/articles/653/

2. Зимаков В.П., и др. // Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2018. Т. 19, вып. 4. http://chemphys.edu.ru/issues/2018-19-4/articles/754/

3. Lavrentyev S.Yu., et al. // 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1394 012012 https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1394/1/012012/pdf

Диэлектрический контроль и моделирование процесса отверждения

Ахмедов Р.И., Гайфутдинов А.М.
Научный руководитель — Андрианова К.А.
КНИТУ-КАИ, Казань
renat.ahmedow2016@yandex.ru

Использование полимерных композиционных материалов в авиационной и космической промышленности требует высокую удельную прочность и высокое качество. Одним из перспективных направлений развития в этом направлении является контроль отверждения полимерной матрицы в процессе изготовления. Способность отслеживать ход отверждения полимерной матрицы позволяет избежать извлечения из оснастки недоотвержденного изделия, которое проявляет плохие физико-химические свойства.

Неразрушающие методы контроля позволяют оценивать прогресс отверждения ПКМ без ущерба для функциональности готовой детали. Многие из неразрушающих методов были исследованы до настоящего времени, однако единственным методом непосредственного неразрушающего контроля процесса пропитки и отверждения в режиме реального времени является диэлектрический анализ. Отверждение эпоксидной смолы приводит к увеличению ионной вязкости материала. Диэлектрический анализ (DEA) контролирует изменяющиеся в процессе отверждения диэлектрические свойства испытуемого материала.

В данной работы были исследованы возможности применения контроля процесса отверждения полимерного связующего в ходе изготовления изделия из КМ. Использовался диэлектрического анализатора DEA 288 для управления режимом отверждения полимерных связующих и моделирования процесса отверждения реальной детали. В качестве объектов исследования были выбраны ряд связующих с различными вязкостями.

Метод диэлектрического анализа позволил проконтролировать весь цикл отверждения до и после гелеобразования связующего, что невозможно в методах ДСК и вискозиметрии. Был смоделирован процесс отверждения связующего в реальной детали в режиме реального времени.

Экспериментальное изучение влияния ориентации решетки на эффективные механические свойства двумерных ауксетических ячеистых конструкций

Байкова Е.И.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Ченцов А.В.
МАИ, Москва
ekaterina_baikova_97@inbox.ru

В условиях современных реалий все чаще при создании новых конструкций из полимерных материалов остро встает вопрос о том, какими свойствами они будут обладать и какую пользу в использовании в различных сферах производства изделий могут принести. Для этого необходимо не только численно рассчитывать то или иное поведение материала в заданных условиях, но также иметь и ряд экспериментальных данных отдельных проявлений тех или иных конструкций. И экспериментальное изучение поведения двумерных ауксетических ячеистых конструкций из одного материала, но с различными ориентациями ячеистых систем также может принести пользу при создании в будущем более сложных композитных конструкций, способных найти применение в различных сферах.

В данной работе приведены результаты экспериментов по изучению эффективных механических свойств полимерного материала, который представляет собой двумерную ауксетическую ячеистую конструкцию, при одноосном растяжении.

Первые исследования, наглядно демонстрирующие влиянием угла поворота решеток двумерных ячеистых конструкций относительно изначального положения были численно смоделированы на бесконечной упругой плоскости с круговыми отверстиями [1]. В ходе этого моделирования было выявлено снижение влияния коэффициента Пуассона (ν) на

эффективный коэффициент Пуассона (veff) в зависимости от расстояния ячеек конструкции между собой (разброс значений уменьшается, таким образом эффективный коэффициент начинает определяться в большей степени именно ориентацией решетки), а также угла поворота системы отверстий относительно изначального положения (в определенных положениях геометрии наблюдается проявление анизотропии (различие свойств среды в различных направлениях внутри этой среды) упругих (в пределах упругой зоны) характеристик, а также могут появляться локальные экстремумы).

Возвращаясь к эксперименту, то он проводился над двумерными ауксетическими ячеистыми конструкциями. Ауксетическими называются материалы, которые, в ходе испытаний, имеют отрицательные значения коэффициента Пуассона. Это значит, что при растяжении материалы-ауксетики становятся толще в направлении, перпендикулярном приложенной силе. Происходит это из-за особенностей структуры ауксетиков, что деформируется при растяжении. Такое свойство может обусловливаться особенностями строения материала на молекулярном уровне или же определяться структурными особенностями материала на макроскопическом уровне (как пример, в нашем случае — особенность строения ячеистых конструкций). В ходе экспериментов на различных двумерных образцах (без изменений угла ориентации) [2, 3] было выявлено проявление исследуемыми образцами ауксетических свойств. В нашем случае это исследование было расширено, и изучалось не только проявление самих свойств, но и зависимость проявления эффективных свойств от угла поворота решетки относительно начального положения (на 30, 45, 60 и 90 относительно начального положения, обозначаемого как положение 0).

Результаты показали, что эффективные механические свойства исследуемых двумерных ауксетических образцов из полиэтилена действительно меняются в зависимости от угла поворота решетки, что в дальнейшем может помочь находить необходимые параметры двумерных ячеистых конструкций, при которых они проявляли себя максимально возможным способом в условиях поставленных задач.

Список литературы:

1. Мокряков В.В. Исследование зависимости эффективных податливостей плоскости с решеткой круговых отверстий от параметров решетки // Вычислительная механика сплошных сред. – 2010. – Т. 3, № 3. – С. 90-101

2. A. V. Chentsov, D. S. Lisovenko Experimental study of auxetic behavior of cellular structure // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 991 (2018) 012017. DOI: 10.1088/1742-6596/991/1/012017

3. R.V. Goldstein, D. S. Lisovenko, A.V. Chentsov, S.Yu. Lavrentyev. Experimental study of defects influence on auxetic behavior of cellular structure with curvilinear elements // Letters on materials 7 (4), 2017 pp. 355-358. DOI: 10.22226/2410-3535-2017-4-355-358

Метод расчёта на прочность Z-образного металлического уплотнения с врезающимися элементами, деформируемого упруго-пластически

Бойков А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шишкин С.В.
МАИ, Москва
a.boickov@yandex.ru

В системах трубопроводов авиационной и космической техники применяются фланцевые соединения с металлическими деформируемыми уплотнениями. В том числе и с Z-образными уплотнениями с врезающимися кромками. Предел текучести материала уплотнения значительно выше предела текучести материала фланцев. Поэтому, соединение герметизируется за счёт внедрения острых кромок Z-образного уплотнения в контактные поверхности фланцев. При этом материал фланца в зоне контакта деформируется пластически, а кромка уплотнения испытывает с его стороны высокое контактное давление. Поэтому, требуется оценка прочности уплотнения.

Основные допущения расчётной модели:

• Постоянство кромок уплотнения при их внедрении в материал фланца;

• Независимость контактных деформаций от общих деформаций уплотнения;

• Деформация уплотнения представляет собой простой поворот его сечения;

• Поскольку поворот уплотнения относительно мал, можно считать, что направление врезания кромок совпадает с вектором нагрузки.

С учётом принятых допущений для расчёта контактного взаимодействия уплотнения и фланца можно использовать решение Хилла о внедрении абсолютно жёсткого клина в пластическую среду.

Поскольку уплотнение является осесимметричным телом вращения, которое нагружено также осесимметрично, то для его расчёта на прочность удобно использовать теорию осесимметричной деформации колец К.Б. Бицено. Однако, основные зависимости теории применимы только для упругих деформаций, в то время как уплотнение подвергается упругопластическому деформированию. Поэтому, вместе с данной теорией необходимо применить метод переменных параметров упругости И.А. Биргера, который очень удобно реализуется в рамках имеющейся задачи и при оговоренных выше допущениях. Опасными будут являться краевые точки сечения уплотнения. Как раз там, где действует контактная нагрузка. Поэтому, следует спроецировать её на радиальное и осевое направление, после чего рассчитать интенсивность напряжений, а затем сравнить полученное значение с пределом прочности.

Таким образом, представленная методика расчёта позволяет оптимизировать конструкцию уплотнения, обеспечивая его надёжное функционирование при минимальной массе.

Список литературы:

1. Хилл Р. Математическая теория пластичности. – М.: Гостехиздат, 1956. – 407 с.

2. Логинов В. Н. Метод переменных параметров упругости. Певзнеровские чтения: материалы VI Региональной научно-практической конференции (Комсомольск-на-Амуре, 02 – 03 ноября 2018 г.) с. 83 – 87.

3. Бояршинов С. В. Основы строительной механики машин. Учебное пособие для студентов вузов. – М.: «Машиностроение», 1973. – 456 с.

4. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике. — М.: АЙРИС — пресс, 2019. — 603 с.

5. Биргер И.А., Иосилевич Г.Б. Резьбовые и фланцевые соединения. — М.: «Машиностроение», 1990. — 368 с.: ил.

Метод термодинамической согласованности в приложении к расчёту течений газа в узлах каналов на основе законов сохранения в интегральной форме

Вельмакин Г.С.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Дубравин Ю.А.

МАИ, Москва

grigoryyii@gmail.com

1. В окрестности узла трёх каналов выделяется объем сечениями каналов, в которых параметры потока можно считать однородными. Параметры состояния газа в одном из каналов на входе в зону перестройки потока считаются известными и отмечаются индексом “1”, в двух других – искомыми, с индексами “2” и “3”. Законы сохранения в интегральной форме записываются для двух трубок тока, начинающихся во входном сечении канала и заканчивающихся в выходном сечении “своего” канала. Потоки пересекают общую зону перестройки с равными для обоих потоков средними давлениями, испытывают разворот потока на угол и изменение площади поперечного сечения от некоторой доли во входном сечении до площади выходного сечения, определяемых конструкцией узла. Предполагается, что: линейные размеры зоны перестройки потока в каждой трубке тока малы в сравнении с внешними участками соответствующих потоков, что позволяет считать зону перестройки

потока сильным разрывом; или течение стационарное, а массовые эффекты незначительны. Допускается подвод тепла извне через боковые поверхности и наличие сил трения на границах трубок тока. В итоге, система законов сохранения для трубок тока в терминах средних гидродинамических параметров [1], дополненная уравнениями состояния совершенного газа, принимают вид незамкнутой системы нелинейных алгебраических уравнений. Для диадного узла в числе лишних неизвестных: доли трубок тока во входном сечении, средние давления на «скачке» площади каждой трубки тока и углы ориентации сил со стороны элементов конструкции, отклоняющих потоки в трубках тока от первоначального направления. В таком виде система уравнений позволяет установить связи между параметрами состояния среды, не являющихся решением задачи и содержащая геометрические характеристики узла: углы ориентации названных сил и характеристики величины скачка площади поперечных сечений в каждой трубке тока.

2. Проблема незамкнутости решается методом [2,3], основанном на факте независимости термодинамической функции — коэффициента восстановления давления — явно от геометрических аргументов, следующего из анализа первого и второго начал термодинамики. Подобная зависимость может проявляться лишь неявно – при учёте диссипативных потерь за счёт сил трения, или подвода тепла. С другой стороны, подобную функцию можно построить на основе связей, следующих из законов сохранения и, следовательно, содержащую зависимость от геометрических аргументов. Отдавая предпочтение выводам термодинамики, в методе разработан математический аппарат, обеспечивающий получение необходимого числа дополнительных соотношений, замыкающих систему законов сохранения с доказанной единственностью решения задачи и обеспечивающей соблюдение законов сохранения и второго начала термодинамики.

3. В работе рассматривается приложение метода к задаче сформулированной в п. 1. В итоге задача свелась к необходимости решения системы нелинейных алгебраических уравнений для названных неизвестных, после чего связи между гидродинамическими параметрами могут рассматриваться как решение задачи. При этом, силы трения и тепловые воздействия рассматриваются, как внешние задаваемые параметры; в частности, для учёта сил трения, в виде коэффициента гидравлических потерь, может быть использован эксперимент прикладной гидрогазодинамики. В работе выполнена серия расчётов для анализа и сравнения с подходами других авторов, их теоретическими и экспериментальными результатами в сопоставимых условиях.

Список литературы:

1. Седов Л.И. Механика сплошных сред. 5-е изд., испр. — М.: Наука, 1994. Т. 1. 528 с.

2. Дубравин Ю.А. О связи гидродинамических параметров в зонах локальных воздействий на поток // ЖПМиТФ. АН СССР СО. 1989. № 3. С. 60-69.

3. Дубравин Ю.А. Условия в узле одномерных течений газа // ПМиТФ. РАН СО. 1995. Т. 36. № 4. С. 98-109.

Разработка методики определения толщины упрочненного слоя при ультразвуковой дробеструйной обработке

Виндокуров Д.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Трофимов В.Н.
ПНИПУ, Пермь
vindokurovdenis@mail.ru

Для повышения физико-механических свойств поверхности ответственных деталей аэрокосмической техники, атомного и энергомашиностроения и др., и исключения их разрушения вследствие поверхностных дефектов, которые возникают в процессе их изготовления и эксплуатации широкое применение получили методы поверхностного пластического деформирования (ППД), в частности, методы дробеструйной обработки [1-3].

Актуальной характеристикой поверхностного слоя после ППД являются уровень остаточных напряжений и толщина упрочненного слоя.

При проектировании технологического процесса дробеструйной обработки, эффективность обработки удобно определять тестом, основанном на измерении прогиба стандартной измерительной пластины – пластины Альмена. Пластину Альмена, подвергнутую дробеструйной обработке, можно представить в виде биметаллической пластины, деформация которой определяется объемными изменениями пластически деформированного поверхностного слоя.

В работе рассмотрены известные решения, позволяющие определить напряжения в поверхностных слоях биметаллической пластины [1, 4-6].

Проведены экспериментальные исследования по ультразвуковой дробеструйной обработке (УЗДО) пластин Альмена из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Решена обратная задача определения толщины упрочненного слоя на основе результатов теста и результатов определения поверхностных остаточных напряжений с использованием рентгеновского метода. Полученные результаты использованы для разработки методики определения толщины упрочненного слоя.

Список литературы:

1. Саверин М.М. Дробеструйная обработка. Теоретические основы и практика применения. М.: Машгиз, 1955, 312 с.
2. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. Справочник. М.: Машиностроение, 1987, 328 с.
3. Кудрявцев, И.В. Повышение прочности и долговечности крупных тяжелых деталей машин поверхностным наклепом. М.: НИИИНФОРМТЯЖМАШ, 1970, 144 с.
4. Тимошенко С.П. Устойчивость упругих систем. М.-Л., ОГИЗ-Гостехиздат, 1946, 532 с.
5. Н.М. Сироткина, Н.С. Сироткина Механика. Математика, 2002, Вып. 4, 222-225 с.
6. Stoney G. Proc. R. Soc. Ser. A. London, 1909. Vol. 32. P. 172.

Продольные волны Похгаммера-Кри, дисперсионные уравнения и спектральный анализ

Гаджибеков Т.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Кузнецов С.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
90-region@mail.ru

Уравнение для распространения гармонических волн в цилиндрическом стержне, также известное как уравнение Похгаммера-Кри, было впервые получено в [1 – 3]. В [4 – 6] асимптотическими методами получены аналитические формулы как для коротковолнового, так и для длинноволнового пределов фазовой скорости для нижней (фундаментальной) ветви продольных осесимметричных мод. Согласно [6], предельная скорость коротковолновой волны (при стремлении круговой частоты к бесконечности) совпадает со скоростью волны Рэлея, а длинноволновой предел был назван «стержневой» скоростью волны.

Спектральный анализ матрицы разбивается на 2 случая. 1. Матрица A простая (полупростая)

Это случай, когда матрица A не содержит жордановых блоков и, следовательно, имеет два различных собственных вектора. Определяется необходимое и достаточное условия простоты матрицы. Также рассматривается вырожденный случай, когда один из собственных значений обращается в ноль, и для него определяется условие вырождения. 2. Матрица A неполупростая (содержит жорданов блок). В этом случае матрица имеет два кратных собственных значений. Определяется необходимое и достаточное условие неполупростоты матрицы A. Рассматривается вырожденный случай, когда собственные числа обращаются в ноль и приводится условие вырождения.

Проанализированы точные решения линейного уравнения Похгаммера-Кри для распространяющихся гармонических осесимметричных продольных волн в цилиндрическом стержне. Был проведен спектральный анализ матричного дисперсионного уравнения для продольных осесимметричных мод волн Похгаммера-Кри, который показал, что никакие

продольные моды не могут распространяться с фазовой скоростью равной объемной скорости продольной волны. Проанализировано изменение поляризации волны на свободной поверхности при изменении коэффициента Пуассона и круговой частоты. Было обнаружено, что существует фазовая скорость (значение этой скорости зависит от коэффициента Пуассона), при которой продольная составляющая вектора перемещений исчезает.

Список литературы:

1. Pochhammer L 1876 Ueber die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten kleiner Schwingungen in einem unbegrenzten isotropen Kreiscylinder J. Reine Angew. Math. 81 324–36

2. Chree C 1886 Longitudinal vibrations of a circular bar Quart. J. Pure Appl. Math. 21 287–98

3. Chree C 1889 The equations of an isotropic elastic solid in polar and cylindrical coordinates, their solutions and applications. Trans Cambridge Philos. Soc. 14 250–309

4. Field G S 1931 Velocity of sound in cylindrical rods Canadian J. Research 5 619–24

5. Field G S 1934 Longitudinal waves in cylinders of liquid, in hollow tubes and in solid rods Canadian J. Research 11 254–63

6. Field G S 1940 Dispersion of supersonic waves in cylindrical rods Phys. Rev. 57 1188

Релаксация диффузионных процессов при изгибе балки Тимошенко

Гафуров У.С.

Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Земсков А.В.

МАИ, Москва

for.illusion@yandex.ru

Балки являются одним из наиболее распространённых конструкционных элементов в машиностроении. В основном они направлены на сопротивление изгибающим нагрузкам и часто являются наиболее ответственными элементами в конструкции. Нередко балки оказываются под комплексным воздействием не только механических силовых внешних фактов, но и диффузионных, из-за чего может произойти перераспределение легирующий или других элементов в балке и привести к её преждевременному ослаблению. Механодиффузионные эффекты экспериментально были открыты ещё в 30-е годы прошлого века. Первые математические модели построены около 3-х десятилетий спустя.

В данной работе рассматривается задача о плоских нестационарных поперечных колебаний балки Тимошенко с эффектами массопереноса. Балка находится под действием изгибающих моментов, которые приложены к её концам. Также на концах балки заданы плотности диффузионных потоков.

Для постановки задачи используется модель связанной упругой диффузии для N-компонентной сплошной среды в прямоугольной декартовой системе координат. Закон массопереноса записан с помощью обобщённого закона Фика, который учитывает конечные скорости распространения диффузионных возмущений в среде. Используя вариационный принцип Лагранжа – Даламбера, а также вводя ряд дополнительных допущений, из общей модели упругодиффузионной среды получена модель изгиба балки с учётом диффузии, которая состоит из связанной системы уравнений изгиба балки Тимошенко и N уравнений обобщённого массопереноса. Начальные условия полагаются нулевыми. Решение задачи ищется с помощью преобразования Лапласа и рядов Фурье в виде функций Грина. Так же приведён анализ учёта времени релаксации.

Математическая модель для описания взаимодействия краевых дислокаций и микропор с использованием молекулярной динамики

Герасимов Р.М.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Волегов П.С.
ПНИПУ, Пермь
romagrizly@gmail.com

Создание принципиально новых и совершенствование существующих методов обработки материалов, являющихся металлами или их сплавами, ставят перед исследователями в области механики твердого деформирования серьёзные вызовы ввиду отсутствия универсальной теории, способной точно объяснить всевозможные эффекты и явления, наблюдаемые в ходе различных технологических процессов. Наиболее значимым фактором, затрудняющим разработку математических моделей для описания поведения металлических материалов, является большое число механизмов зарождения, эволюции дефектов различных типов [1, 2]. Так процесс разрушения материала начинает происходить с уровня атомарных масштабов, а одним из носителей микроповрежденности принято считать микротрещины, зарождение которых в литературе чаще связывают со скоплением дислокаций и дислокационных структур на барьерах. Такого рода барьерами могут выступать микропоры, которые создают большие поля напряжений и являются стоками точечных, линейных дефектов (в том числе – дислокаций), а также дефектных структур иных типов.

В связи с необходимостью дополнительного исследования механизмов зарождения и развития микроповреждений на атомарном уровне в работе разработана и численно реализована математическая модель для описания взаимодействия микропор и дислокаций с использованием метода молекулярной динамики (МД). Основная идея МД заключается в представлении исследуемого материала в виде совокупности частиц (атомов), взаимодействующих друг с другом по законам классической механики. В качестве модели взаимодействия используется потенциал погруженного атома (EAM), что обусловлено его прозрачным с точки зрения физики алгоритмом построения, а также хорошей согласованностью с результатами натурных экспериментов [3].

Начальная конфигурация расчетной области представляет собой ОЦК систему Fe-C с содержанием углерода 0.8%, соответствующим высокоуглеродистой стали, с параметром решетки 2.855 Å и размерами расчётной области 30x20x30 частиц по осям X, Y, Z. Температура поддерживается постоянной T = 300 K. Генерация микропоры происходит путем удаления частиц внутри сферической области, радиусом 6 Å. Размер устойчивых микропор и более подробное описание и обоснование алгоритма генерации микропоры рассмотрено ранее в статье [4]. Для внесения дислокации в МД систему используется решение изотропной теории упругости [5].

В начальный момент времени микропора, и дислокация находились друг относительно друга на расстоянии 6.5 Å и не взаимодействовали. Для инициации взаимодействия производилось деформирование по направлению OX, что советовало растяжению расчётной области с 85.65 Å до 93.144 Å (8.75 % относительной деформации) за 100000 шагов интегрирования с шагом интегрирования 1 фс. В ходе процесса деформирования ядро краевой дислокации начало притягиваться к микропоре, однако после контакта ядра и микропоры взаимодействие прекратилось вплоть до конца численного эксперимента. С использованием параметра общего соседства [6] и алгоритма выделения дислокации [7] показано, что микропора является стоком примесных атомов в системе Fe-C. Стоит отметить, что перемещение примесных атомов к поверхности микропоры происходит за счет туннельного механизма, то есть вдоль краевой дислокации.

Список литературы:

1. Контратьев Н.С., Трусов П.В. Описание упрочнения систем дислокационного скольжения за счет границ кристаллитов в поликристаллическом агрегате // Вестник ПНИПУ. Механика. — 2012. — Т. 1, No 3. — С. 78-97.

2. Ejaz A., Tanvir M., Kanwar L.A., Akhter J.I. Effect of Microvoid Formation on the Tensile Properties of Dual-Phase Steel // Journal of Materials Engineering and Performance. — 2000. — V. 9. — pp. 306–310.

3. Daw M.S., Baskes M.I. Embedded–atom method: Derivation and application to impurities, surfaces, and other defects in metals // Physical Review B. –– 1984. – Vol. 29, Is. 12 – pp. 6443 – 6453.

4. Gerasimov R.M., Volegov P.S. Modeling of microvoids as a mechanism of microdamages: MD simulations // AIP Conference Proceedings. — 2018. — V. 2051. – 020096.

5. Hirth J., Lothe J. Theory of Dislocations, second ed., McGraw-Hill Publ. Co., New York, 1982, p. 78

6. Tsuzuki H., Branicio P., Rino J. P. Structural characterization of deformed crystals by analysis of common atomic neighborhood // Computer Physics Communications. – 2007. – Vol. 177, Is. 5 – pp. 518 – 523.

7. Stukowski A., Albe K. Extracting dislocations and non–dislocation crystal defects from atomistic simulation data // Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering. – 2010. – Vol. 18, Is. 8. – 085001.

Определение областей потенциального разрушения полимерного базиса съемного протеза при жевательной нагрузке

Гета О.А.
Научный руководитель — к.т.н. Никитин А.Д.
МАИ, Москва
geta_olga2000@mail.ru

С развитием современных вычислительных методов и подходов наблюдается активное внедрение методов 3D проектирования стоматологических изделий в медицинскую практику. В частности, становится возможным переход к более персонализированному подходу в медицине. Это позволяет оказывать более качественные услуги и существенно повысить эффективность оказываемой помощи. Тем не менее, использование высокотехнологических инструментов без знания основных принципов биомеханического поведения стоматологических изделий может приводить к ошибкам. Так, например, для людей с неправильным прикусом, персонализированное решение может приводить к изготовлению базиса, разрушение которого наступает значительно раньше, чем даже классический подход, основанный на эмпирическом опыте.

Таким образом, возникает необходимость в исследовании полей напряжений, возникающих в базисе съемного протеза при жевательной нагрузке в зависимости от геометрических особенностей изделия. В настоящей работе рассматривается модельная постановка задачи, в которой базис моделируется как оболочка, опертая на упругое основание. Предполагается, что податливость этого упругого основания не однородна и в отдельных участках может существенно падать. В качестве рабочей гипотезы принимается следующая: в области срастания небных костей (область торуса) податливость на порядок меньше значений характерных для всей остальной слизистой. Таким образом, при жевательной нагрузке, реакция базиса обусловлена распределенным давление, возникающем в пятне контакта торуса со сводом базиса. Задача решается в упругой постановке последовательным приложением внешних нагрузок в различных жевательных отделах: область резцов, клыков, моляров и премоляров. Напряженно деформированное состояние оценивается по критерию эквивалентных напряжений (по Вон Мизесу).

Показано, что критическими нагрузками на базис являются усилия, связанные с откусыванием (нагрузка на резцы). Локализация максимальных значений напряжений обусловлена геометрическими особенностями протеза – технологическими нишами под тяжи. Проведен анализ влияния радиуса кривизны ниши под тяжи на максимальное значение напряжений. Даны качественные рекомендации по обеспечению продолжительного срока службы протеза.

Прямое моделирование дислокационных скоплений в монокристалле алюминия

Давлятшин Р.П.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Волегов П.С.
ПНИПУ, Пермь
romadavly@gmail.com

В настоящее время остро стоит задача создания металлических изделий и конструкций с повышенными эксплуатационными характеристиками. Для этого необходимо детально исследовать процессы, протекающие в металлах и сплавах вплоть до момента их разрушения. Основным механизмом разрушения, в свою очередь, является образование и рост микротрещин. Последние могут образовываться из-за скопления большого количества дислокаций (от 100 шт.) на одной системе скольжения около какого-либо препятствия [1]. Такие процессы практически невозможно наблюдать в натурном эксперименте, поэтому актуальным представляется использование различных техник прямого моделирования указанных процессов, в том числе – метода молекулярной динамики.

Целью работы является разработка и численная реализация алгоритма модельного внесения дислокаций в монокристалл алюминия в процессе деформирования, а также изучение особенностей эволюции дислокационного скопления. Алгоритм внесения одиночных дислокаций был предложен в работе [2]. Внесение дислокации в монокристалл происходит путем внедрения дополнительной атомарной полуплоскости и смещения атомов вокруг ядра дислокации. Эти смещения зависят от поля напряжения дислокации, которое определяется по упругим свойствам материала и вектору Бюргерса b дислокации. Моделирование процесса деформирования монокристалла проводится с помощью метода молекулярной динамики и метода сопряженных градиентов. Взаимодействие между частицами задается с применением межатомного потенциала, основанного на методе погруженного атома (EAM). В работе использован потенциал для алюминия, предложенный в [3]. Подробно структура МД моделей и EAM потенциалов приведена в статьях [4, 5].

Разработанный алгоритм искусственного внесения дислокаций состоит из следующих шагов: 1) генерация идеального монокристалла, 2) выбор плоскости залегания, вектора Бюргерса b дислокации, максимального количества краевых дислокаций на системе скольжения и местоположения дислокаций, 3) выбор моды, «скорости» и вида деформирования (квазистатического (с применением СГ) или динамического (с применением МД)), 4) через каждое заданное количество шагов деформирования происходит подмена текущей конфигурации атомов на конфигурацию с дополнительной дислокацией на выбранной системе скольжения, 5) анализ дислокационной структуры монокристалла [6].

Для верификации разработанного алгоритма было проведено четыре серии численных экспериментов. Сначала была изучена способность разработанной модели описывать движение дислокации по системе скольжения в монокристалле алюминия при квазистатическом и динамическом деформировании простым сдвигом. Выявлено, что краевые дислокации трансформируются в расщепленные и свободно перемещаются по своей системе скольжения в положительном направлении оси OX. В следующих численных экспериментах было смоделировано поведение дислокационного скопления из 8 дислокаций. В квазистатическом деформировании наблюдалось скопление дислокаций в одной плоскости скольжения. При увеличении количества дислокаций в дислокационном скоплении до пяти, вторая от жесткой границы расщепленная деформация обратно трансформируется в краевую. В динамическом моделировании наблюдалось переползание некоторых дислокаций в соседнюю систему скольжения. Это можно объяснить тем, что при повышенных температурах возможность неконсервативного движения дислокаций увеличивается.

Таким образом в работе предложен и численно реализован алгоритм искусственного внесения дислокаций в процессе деформирования, проведено моделирование эволюции дислокационного скопления методом молекулярной динамики и молекулярной статики, показана принципиальная возможность моделирования больших скоплений дислокаций с целью моделирования механизма зарождения микротрещин.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 17-19-01292).

Список литературы:

1. Stroh A. N. The formation of cracks as a result of plastic flow // Proc. R. Soc. London Ser. – 1954. – A. 223. – pp. 404-414.

2. Hirel P. Atomsk: A tool for manipulating and converting atomic datafiles // Comput. Phys. Commun. – 2015. – Vol. 197. – pp. 212-219.

3. Mishin Y., Farkas D., Mehl M. J., Papaconstantopoulos D. A. Interatomic potentials for monoatomic metals from experimental data and ab initio calculations // Phys. Rev. B. – 1999. – V. 59, No. 2. – pp. 3393-3407.

4. Волегов П.С., Герасимов Р.М., Давлятшин Р.П. Модели молекулярной динамики: обзор EAM-потенциалов. Часть 1: Потенциалы для однокомпонентных систем // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2017. – № 4. – С. 214–237.

5. Волегов П.С., Герасимов Р.М., Давлятшин Р.П. Модели молекулярной динамики: обзор EAM-потенциалов. Часть 2: Потенциалы для многокомпонентных систем // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2018. – № 2. – С. 114–132.

6. Stukowski A., Bulatov V. V., Arsenlis A. Automated identification and indexing of dislocations in crystal interfaces // Modelling Simul. Mater. Sci. Eng. – 2012. – Vol. 20, No. 8. – 085007.

Прикладные нестационарные задачи тепломассопереноса в ограниченных упругих сплошных средах

Давыдов С.А.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Земсков А.В.
МАИ, Москва
xenon_93@inbox.ru

Появлению новых технологический решений и способов обработки конструкционных материалов часто предшествует выход на новый уровень способов моделирования эффектов взаимодействия механических и физических полей. Это взаимодействие может быть описано как на микро-, так и на макроуровне. Примером такого взаимодействия на макроуровне может служить модель термоупругой диффузии, которая учитывает связанность напряжённо-деформированного состояния, температуры и концентрации вещества сплошной среды. Модель включает уравнения движения сплошной упругой среды, а также законы массо- и теплопереноса.

Законы переноса входят в модель как обобщённые законы Фика и Фурье. Обобщенные законы обладают большим интересом, т.к. позволяют описать в т.ч. и быстропротекающие процессы. Такого рода процессы могут возникать в упругих сплошных средах при моделировании технологий типа сварки взрывом или импульсной лазерной обработки. В этом случае рассматриваются ненулевые времена релаксации, а скорости распространения диффузионных и тепловых возмущений считаются ограниченными.

Помимо быстропротекающих процессов, решение задач термоупругой диффузии могут применяться при моделировании процессов цементации сталей, металлиации, наращевании тонких плёнок и т.д.

В данной работе рассматривается одномерная нестационарная задача термоупругой диффузии для изотропного многокомпонентного слоя. Используется локально-равновесная модель связанной термоупругой диффузии, включающая уравнения движения упругой среды, теплопереноса и массопереноса. Твёрдый раствор считается неидеальным. Все возмущения распространяются с конечными скоростями, а также учитывается перекрёстный диффузионный эффект, что важно для различных интерметалидов. Начальные условия приняты нулевыми. Сложность решения указанных выше задач связана с процедурой преобразования Лапласа и его последующим обращением, которая в свою очередь зависит от вида граничных условий. Однако подбор вида специальных граничных условий позволяет получить численно аналитическое решение в виде рядов Фурье.

САПР тепловых расчетов оребренных конструкций типа радиатор

Довгаль Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.фарм.н. Бабин С.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
danildovgal@gmail.com

При проектировании оребренных конструкций типа радиатор, применяемых в авиационной, бытовой и компьютерной технике, необходимо рассчитывать теплоотдающую способность конструкции и, в дальнейшем, проводить её оптимизацию.

Экспериментальная доводка конструктивных параметров до необходимых значений требует значительных материальных и временных затрат. Задачи теплового анализа с успехом решается в современных интегрированных САПР путем построения объемной графической модели, задания граничных условий и применения метода конечных элементов. Недостатком использования интегрированных или специализированных CAE систем является высокая стоимость приобретения программного обеспечения и затраты на обучения сотрудников как основам 3D моделирования, так и основам теплообмена.

В данной работе представлена САПР тепловых расчетов оребренных конструкция типа радиатор. Анализ теплообмена проводится в условиях свободной конвекции. Программный пакет предназначен для автоматизированного проектирования оребренных конструкций сложной формы. Свободная модификация структуры оребренной конструкции и проведение математического эксперимента, моделирующего теплоотдачу полученной конструкции, позволяют добиваться оптимальных характеристик радиаторов. Моделирование теплоотдающей способности оребренного радиатора сложного профиля позволяет сделать вывод о тепловой эффективности и удельных характеристиках данной конструкции без проведения натурных экспериментов. Система автоматизированного проектирования оребренных конструкций имеет дружественный интерфейс, не требует глубоких знаний теплообменных процессов, проста в изучении.

Автоматизированное проектирование осуществляется вариацией структуры теплопередающих ребер, прорисовываемой в графическом редакторе

автоматизированной системы, изменением параметров, характеризующих размеры ребер, также варьируются параметры теплоносителя и окружающей среды.

При моделировании тепло отдающей способности реберной конструкции вычисляются теплоотдачи отдельных элементов ребер, что позволяет оценить вклад каждого элемента в процесс теплоотдачи и оптимизировать размеры и конфигурацию охлаждающей реберной конструкции. Для моделирования теплоотдачи в программе используется решение сопряженной задачи теплообмена при естественной конвекции для ребер и трубы с теплоносителем с граничными условиями четвертого рода и нахождением коэффициентов теплоотдачи итерационным численным методом.

Ввиду высокой теплопроводности материала ребра считаются термически тонкими. Модель расчета сложных оребренных поверхностей прошла верификацию. Проведение расчетов с помощью данной САПР и сравнение выходных параметров с экспериментальными выходными данными показало, что модель адекватна, точность модели составляет 5-7%. Модель устойчива в заданном диапазоне входных параметров.

Апробация САПР оребренных конструкция типа радиатор проходила на Ступинском металлургическом комбинате при проектирования разнообразных конструкций радиаторов отопления, а также на кафедре «Технология производства авиационных двигателей» Ступиснского филиала МАИ при проектировании теплоотдающих систем охлаждения масла вспомогательных силовых установок.

Исследование спектра собственных частот образцов для СВМУ испытаний при зарождении и раннем росте усталостных трещин

Дубинец А.О.
Научный руководитель — к.т.н. Никитин А.Д.
МАИ, Москва
anisia.dubinets@icloud.com

В последние десятилетия огромный научный интерес представляет проблема разрушения конструкционных материалов в области сверхмногоцикловой усталости (количество циклов порядка 10^8 – 10^10). Это связано с возрастающими требованиями к энергоэффективности авиационных и космических силовых установок. Кроме того, в последние годы существенно возросли скоростями циклического нагружения для большинства ответственных элементов современных двигателей. Всё это приводит к значительных циклическим наработкам материалов в то время, как стандарты испытаний не позволяют оценить их прочностных свойств на подобных базах испытаний. Особенностью режима сверхмногоцикловой усталости является принципиальная смена механизма зарождения и раннего роста усталостных трещин. В отличие от хорошо известных режимов малоцикловой и многоцикловой усталости с характерным поверхностным зарождением, в области сверхмногоцикловой усталости трещины образуются в объеме материала. Сам процесс зарождения и раннего роста трудно поддается анализу существующими методами визуального контроля. Для фиксации момента роста подповерхностной трещины в последние годы широко применяются методы инфракрасной томографии. Однако, в силу сложностей проведения подобного исследования не все результаты корректно отображают процессы, протекающие в объеме материала. Дополнительным фактором, осложняющим применение подобной методики, для фиксации момента зарождения трещины является инертность метода. К тому моменту, когда заметные температурные поля могут быть детектированы инфракрасной камерой, зачастую трещина оказывается уже сильно развитой.

В настоящей работе рассматривается альтернативный метод определения момента формирования свободной поверхности или границы раздела в материале на основании анализа спектра собственных частот образца. Теоретически, высокочастотное нагружение реализуется в резонансном режиме, на первой гармонике собственной частоте продольных колебаний при 20 кГц. Области сжатия и разряжения в образце совпадают с узлами смещений стоячих волн, устанавливаемых в пределах рассматриваемого объекта. При формировании в рабочей части свободной поверхности возможно появление дополнительных волновых возмущений, связанных с отражением падающих волн от границы раздела сред. Подобные возмущения могут быть зафиксированы при помощи оптических систем контроля перемещений. Задачей математического моделирования спектра собственных частот образца с растущей трещиной является выявление дополнительных колебательных процессов, связанных с формированием внутренней свободной поверхности, а также в установлении теоретической разрешающей способности данного метода фиксации момента зарождения подповерхностной трещины.

Механизм Саррюса с внутренним сложением — модель ауксетика

Екимовская В.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лебедев В.В.
МГСУ, Москва
lera.ek00@mail.ru

В работах Д.С. Лисовенко исследованы ауксетики, то есть материалы с отрицательным коэффициентом Пуссона [1]. При растягивающей нагрузке такие материалы увеличивают толщину, а не сжимаются, как обычно мы наблюдаем это в природе. Оказалось, что такими свойствами обладает система трёхмерных механизмов Саррюса [2]. Этот механизм позволяет

получить прямолинейное движение звена. Однако традиционная схема механизма Саррюса не проявляет ауксетических свойств, потому что в нём соединительные шатуны складываются наружу. При растяжении двух параллельных площадок соединяющие их два рычага, коромысло и шатун, распрямляются, поэтому размеры конструкции уменьшаются в поперечном направлении. В некоторых схемах этого механизма применялось сложение соединительных рычагов внутрь конструкции, но полного развития и окончательного оформления технического предложения такая идея не получила, потому что рычаги мешают друг другу двигаться.

Новым техническим предложением является создание фигурных соединительных рычагов, складывающихся внутрь конструкции с целью уменьшения поперечных габаритных размеров. Если соединительные рычаги изготовить в виде пластин не квадратной или прямоугольной формы, а в виде трапеций с такими углами при основании, чтобы при сложении пластины не задевали друг за друга, то механизм будет работать точно так же, как и прототип. Модель такого механизма была изготовлена из бумаги, на ней была подтверждена правильность нового технического решения.

Недостатком предлагаемого механизма Саррюса является ограничение величины растяжения параллельных площадок при сложении соединительных рычагов внутрь конструкции. Если в традиционной схеме механизма Саррюса соединительные рычаги можно изготовить в виде прямоугольников с большой боковой стороной, обеспечив разведение параллельных площадок на удвоенную большую сторону прямоугольника, то при внутреннем сложении расстояния ограничены размерами рабочих площадок механизма. Чтобы устранить этот недостаток, была предложена схема последовательного соединения нескольких механизмов Саррюса. Эта схема работает как при внешнем сложении соединительных рычагов сколь угодно большой длины, так и при внутреннем сложении ограниченных по длине рычажных звеньев.

В процессе изучения нового механизма Саррюса было открыто свойство ауксетика при комбинации таких конструкций. В поперечном сечении новый механизм Саррюса повторяет ячейку часто цитируемого ауксетика [3]. При этом рычажные механизмы-сечения в известной схеме соединяются друг с другом в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Однако такой ауксетик является двумерным с расширением в одном направлении при растяжении в другом направлении. Новый механизм позволяет изготовить трёхмерный ауксетик с расширением в двух направлениях при растяжении в третьем направлении. Более того, квадратную рабочую площадку можно заменить другими видами фигур, например, правильными многоугольниками.

Практическое применение новый механизма Саррюса с уменьшенными габаритными размерами может найти в космической технике для развёртывания больших ферменных конструкций, например, солнечных батарей. Энергопотребление перспективных космических аппаратов и станций увеличивается при сохранении жёстких ограничений на массу и габариты конструкций. В земных условиях новый механизм Саррюса может быть применён для создания подъёмных строительных лесов, площадок, ферм или для переносных быстро возводимых укрытий. Прочностной расчёт конструкций с фермами Саррюса основан на параметрическом исследовании нагрузки стержней или пластин при различных углах взаимной ориентации. Новый механизм, как и традиционное устройство, обладает одной степенью свободы, поэтому для фиксации рабочих площадок или всей конструкции в конечном виде потребуется установить дополнительные упоры, нагрузка на которые тоже будет зависеть от рабочих углов между рычагами.

Таким образом, новый механизм Саррюса позволяет не только уменьшить габаритные размеры перспективных конструкций, но и обладает ауксетическими свойствами при определённой комбинации его конструкций.

Список литературы:

1. Лаврентьев С.Ю., Лисовенко Д.С., Ченцов А.В. Механические свойства двумерной ауксетической конструкции / Сборник трудов. Международная молодёжная научная конференция "44-е Гагаринские чтения 2018". — М.: НИУ МАИ, 2018. — С. 76-78.

2. Механизм Саррюса. – Электронные ресурс: https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1562130
3. Ауксетики – материалы с отрицательным коэффициентом Пуассона. Кафедра Статистической физики Физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета. – Электронный ресурс: https://vk.com/video-3519369_163344968

Аддитивные технологии неразбирающихся конструкций

Жигалова А.И.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лебедев В.В.
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Мытищи
aelita99@list.ru

Применение аддитивных технологий приводит к необходимости пересмотра или дополнения действующей нормативно-технической документации. В частности, это относится к понятию сборочной единицы. Понятия детали, сборочной единицы, комплекса, комплекта и т.д. регламентированы в Государственных стандартах. В соответствии с ГОСТ 2.101-68 сборочная единица — это изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями. Под сборочными операциями понимают пайку, сварку, развальцовку и другие действия. Но аддитивные технологии позволяют изготовить сборочную единицу, состоящую из нескольких деталей, которые в принципе нельзя соединить с помощью перечисленных операций. Пояснить принцип неразбирающейся конструкции можно на примере сувенира «предмет в бутылке». Например, в сувенирных магазинах можно увидеть модель парусника, расположенного в бутылке, но размеры корабля намного больше узкого горлышка. Ясно, что сборку сувенира проводили через узкое горлышко методом соединения отдельных деталей. Однако конструкторы предъявляют к сборочным единицам всё более жёсткие требования, в том числе относительно технологического процесса. Актуальной становится задача сборки конструкции даже из двух деталей, одну из которых невозможно в принципе поместить в другую, как отдельные части сувенира в приведённом примере. С такой задачей столкнулись конструкторы строительной опалубки для последующего армирования и заливки раствора бетона. Времена простых форм зданий и сооружений прошли, дизайнеры и архитекторы предлагают новые решения, которые, казалось бы, в принципе нельзя реализовать на практике из-за нарушений традиционных основ технологических процессов. В конкретной конструкции требовалось изготовить опалубку сложной формы из двух частей – внутренней и наружной. Таким образом, сборочная единица состояла всего лишь из двух деталей, изготовить каждую из которых не представляло труда. Каждая из двух деталей могла быть изготовлена как аддитивными технологиями, так и традиционными методами. Но после изготовления комплекта из двух деталей никак не получалось завершить создание сборочной единицы, потому что внутренняя деталь не проходила в узкое отверстие внешней детали. Внешняя деталь хотя и была больше внутренней в целом, но узкое горлышко не позволяло провести через него внутреннюю деталь, габаритный размер которой был больше размера горлышка. Для устранения появившегося противоречия между конструкторскими требованиями и технологическими возможностями было предложено применить аддитивные технологии нетрадиционным способом. Обычно с помощью аддитивных технологий изготавливают отдельные конкретные детали сложной формы, а потом эти детали соединяют в сборочную единицу. Для новой неразбирающейся конструкции было предложено изготовить аддитивными технологиями сразу две детали. На основание 3D принтера были установлены сразу две заготовки так, чтобы сразу же внутренняя деталь «выпекалась» внутри внешней детали. Постепенное и одновременное наложение слоёв сразу на внутреннюю и внешнюю опалубки сложной формы позволило забыть об узком горлышке, о сборке, о традиционной нетехнологичности и т.д. После изготовления внутренняя опалубка оказалась расположенной внутри внешней опалубки, но конечно, извлечь её наружу было нельзя. Но это

и не нужно. Цель работы была достигнута – сборочная единица из двух нетехнологичных деталей была создана.

Для иллюстрации и демонстрации нового технологического процесса создания неразбирающихся конструкций был изготовлен учебно-методический комплект, показывающий суть новых действий. Первая пара деталей из учебно-методического комплекта показывает, как внутренняя опалубка размещена внутри внешней опалубки без возможности её извлечения наружу. Внутренняя опалубка подвижна относительно внешней опалубки, но извлечь её наружу нельзя, потому что незарбирающаяся конструкция изготовлена аддитивными технологиями как единое целое, но из двух деталей. Вторая пара деталей показывает, как две опалубки закреплены на основании – приклеены к нему. Основание – это третья деталь, но её можно закрепить на сборочной единице традиционными операциями. Конечно, аддитивные технологии позволяют основание тоже изготовить как одно целое с опалубками. Третья демонстрационная модель содержит арматурные прутья, введённые в свободное пространство между внутренней и внешней опалубками. Эта модель демонстрирует готовность конструкции к заливке наполнителем. Наконец, четвёртая модель залита наполнителем – эпоксидной смолой. На практике в больших конструкциях силовым наполнителем служит раствор строительного бетона.

Таким образом, возможность создания неразбирающихся конструкций обоснована не только теоретически предложением нового технологического процесса, но и доказана практически созданием учебно-методического комплекта деталей и сборочных единиц.

Роль нейтральных собственных точечных дефектов в формировании области гомогенности ZnSe

Журавлев Н.О.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Кобелева С.П.
НИТУ МИСиС, Москва
zurik.n@gmail.com

Селенид цинка является полупроводниковым материалом, который возможно использовать в различных областях электроники и оптики, например, в сине-голубых диодах, детекторах рентгеновского излучения, инфракрасной оптике (мощных CO2 лазерах), а также в качестве сердечников для оптоволокна.

Возможность получения высокочистого селенида цинка методом химического парофазного осаждения играет немаловажную роль в перспективности его применения. Данный метод позволяет регулировать условия роста (давление компонентов, температуру), что, в свою очередь отражается на том, какой дефектный состав будет у выращенного материала, а также избыток какого компонента будет в полученном соединении.

Наличие у селенида цинка достаточно широкой области гомогенности (до 10^-3 ат. %) при температурах, близких к плавлению, дает возможность получения нелегированных монокристаллов того или иного типа проводимости (так называемое самолегирование). Задача моделирования – определение технологических условий получения материала с минимальной концентрацией собственных точечных дефектов (СТД). Для этого необходимо знать как типы СТД, так и термодинамические параметры их образования. Вместе с тем, работ по изучению СТД в ZnSe очень мало и данные их разнятся.

Основой для изучения зависимости концентраций СТД от температуры и состава равновесной паровой фазы является метод квазихимических реакций (КХР). В методе КХР образование каждого типа СТД описывается реакцией, проходящей при равновесии твердого тела и паровой фазы. Концентрация СТД зависит от парциального давления компонента в паровой фазе (парциальное давление цинка Pzn) и, если дефект электрически активный, от концентрации свободных электронов (n) и дырок (p). Каждому типу КХР соответствует константа КХР, зависящая от температуры по активационному закону. При описании высокотемпературного равновесия решается уравнение электронейтральности, в котором имеются две независимых переменные – Pzn и n. Поэтому для его решения необходимо

определить один из параметров. В данной работе парциальное давление Pzn в пределах области гомогенности выбиралось как давление насыщенных паров цинка для избытка цинка, и рассчитывалось из константы испарения селенида цинка для избытка селена.

В работе были рассмотрены следующие типы дефектов: вакансии цинка (VZn) и селена (VSe) и междоузельный цинк (Zni). Для всех типов дефектов учитывали нейтральное, одно и двукратно ионизированные состояния.

Уравнение электронейтральности для выбранной модели дефектообразования решали численным методом, расчеты проведены для интервалов (1100 – 1400) К, что позволяет рассматривать весь диапазон изменения Pzn (6,65•10^-3 – 4,24•10^5) Па с учетом всех типов дефектов.

Экспериментально определенные отклонение то стехиометрии (дельта) и n (p) на границе области гомогенности отличаются на два порядка и может быть объяснена с привлечением двух моделей: компенсирующего действия антиструктурного СТД, или присутствия большой концентрации нейтрального СТД. Мы исключили антиструктурные СТД, так как случайные отклонения (на уровне третьего знака) в концентрации заряженных СТД привели бы к нестабильности области гомогенности, что не подтверждается в эксперименте.

На роль нейтрального дефекта в ZnSe со стороны избытка цинка подходит VSe, являющаяся глубоким донором (энергия однократной ионизации 1,4 эВ). При 1000 К отношение нейтральных вакансий селена к однократно заряженным порядка 240, а при 1400 К — 200. В работе проведены оценки концентраций СТД на границе области гомогенности со стороны избытка цинка исходя из предположения, что доминирующий заряженный дефект – двукратно ионизированный междоузельный цинк, а нейтральный дефект — вакансия селена. Показано что, при низких температурах (900 – 1100) К концентрации акцепторных центров (Vzn) можно пренебречь, в то время как при высоких температурах (1200 – 1400) К концентрация заряженных вакансий селена и цинка одного порядка. Энергетические характеристики образования обсуждаются.

Модель одномерной нестационарной задачи упругой диффузии для ортотропного сплошного цилиндра с учётом релаксации диффузионных потоков

Зверев Н.А.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Земсков А.В.
МАИ, Москва
NikolayZverev1995@gmail.com

При эксплуатации технических устройств, работающих в условиях нестационарных нагрузок различной физической природы (механических, диффузионных и т.д.), возникает необходимость исследования напряженно-деформированного состояния конструкционных материалов при комплексных внешних воздействиях. Наиболее ранние исследования в области взаимодействия механических и диффузионных полей проведены ещё в 30-х годах прошлого столетия и носили сугубо экспериментальный характер. Сама же математическая теория механодиффузии (или упругой диффузии) была сформирована позднее – в середине 60-х годов прошлого века. Несмотря на это, проблема анализа механодиффузионных процессов в сплошных средах остается актуальной и сегодня, поскольку спектр исследуемых вопросов в этой области существенно расширяется за счет учета температурных, химических и электромагнитных возмущений.

В настоящее время рассматриваются как стационарные, так и нестационарные упругодиффузионные модели для тел различной геометрической формы, при этом нередко используются уточненные модели массообмена, учитывающие конечную скорость распространения диффузионных потоков, которые играют важную роль при расчете ряда быстропротекающих нестационарных процессов, в том числе при исследовании сверхзвуковых течений, особенно в тех случаях, когда скорость течения больше или равна скорости распространения диффузионных возмущений.

В данной работе рассматривается связанная одномерная нестационарная задача, состоящая в определении напряженно-деформированного состояния ортотропного сплошного многокомпонентного цилиндра, находящегося под влиянием поверхностных упруго-диффузионных возмущений. Задача рассматривается в полярно-симметричной постановке. Математическая постановка задачи представляет собой связанную систему линейных дифференциальных уравнений в частных производных, в которую входят уравнение движения сплошной среды и обобщенные уравнения массопереноса, учитывающие конечную скорость распространения диффузионных потоков. Замыкают математическую постановку задачи нулевые начальные условия и краевые условия, задающие поверхностную механическую нагрузку и кинематику массопереноса.

Для решения поставленной задачи используется метод функций Грина, согласно которому искомые функции представляются в интегральном виде как свертки функций Грина задачи механодиффузии с функциями, задающими внешние механодиффузионные возмущения. Для нахождения функций Грина применяются интегральное преобразование Лапласа по времени и разложение искомых функций в ряды Бесселя по радиальной координате. Обращение преобразования Лапласа осуществляется аналитически с помощью вычетов и таблиц операционного исчисления.

Путем перехода к бесконечным скоростям распространения диффузионных потоков исследовано влияние релаксации на диффузионное поле и поле перемещений внутри цилиндра. Также, переходя к классическим полярно-симметричным задачам теории упругости, проанализировано влияние массопереноса на напряженно-деформированное состояние сплошного цилиндра. Результаты вычислений представлены в аналитической и графической формах.

Список литературы:

1. Зверев Н.А., Земсков А.В. Постановка нестационарной задачи упругой диффузии для изотропного сплошного цилиндра // Проблемы безопасности на транспорте: материалы IX Международной научно-практической конференции, Гомель, 28–29 ноября 2019 г. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель: БелГУТ, 2019. – Ч. 2. – С. 212-214

2. Зверев Н.А., Земсков А.В. Нестационарные полярно-симметричные механодиффузионные процессы в изотропном сплошном цилиндре // 18-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2019». 18-22 ноября 2019 года. Москва. Тезисы. – Типография «Логотип», 2019. – С. 190 – 191.

Исследование процессов плавления и кристаллизации системы Si-Al методом молекулярной динамики

Зеленина А.И., Гордеев И.С.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Колотова Л.Н.
МФТИ, Долгопрудный
zelenina.ai@phystech.edu

Кремниевые нанообъекты очень интересны для нанофотоники из-за уникальных оптических свойств, зависящих от атомарной структуры, подобные вещества находят применение в различных областях. Особенно важны на практике структуры, в состав которых входят такие металлы как золото и алюминий. Для того, чтобы осуществить разработку подобных материалов необходимо получить представление о фазовых переходах (плавлении и кристаллизации) подобных веществ.

В данной работе представлены результаты расчетов методом молекулярной динамики фазовой диаграммы Si-Al во всем интервале концентраций металла. Методом прямого двухфазного моделирования рассчитаны кривые ликвидуса и плавления. Суть метода заключается в том, что в расчетной ячейке создаются две фазы при фиксированном давлении и температуре: расплав и гцк-фаза. Далее по перемещению фазовой границы делается вывод о стабильности той или иной фазы. Таким же методом были рассчитаны температуры

плавления чистых Al, Au, Si при широком диапазоне давлений с целью верифицировать новый потенциал. Доклад содержит примеры промежуточных результатов (изображения моделированных процессов) и графики температурных зависимостей.

Сравнение рассчитанных фазовых диаграмм с экспериментальными данными позволяет сделать вывод о том, что данный потенциал можно использовать для расчетов процесса кристаллизации бинарной системы Si-Al.Также были проведены сравнения с экспериментальными данными. Все расчеты проведены с использованием пакета LAMMPS, иллюстрации созданы в среде OVITO.

Оценка возможности прогнозирования пористости в отливках из сплава МЛ10 с помощью критерия Ниямы

Иванина Е.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Монастырский В.П.
Московский Политех, Москва
ivalee13@mail.ru

Одним из распространенных дефектов при получении отливок методом литья является пористость. При разработке систем питания отливок при помощи компьютерного моделирования большое значение имеет прогноз возникновения газовой и усадочной пористости. На практике для прогнозирования пористости применяют различные критерии, наиболее распространенным из них является критерий Ниямы.

Согласно данному критерию там, где он ниже некоторой критической величины гарантированно будет образовываться пористость. Существует множество исследований, направленных на экспериментальное определение критического значения критерия Ниямы для различных сталей и сплавов. Например, для низколегированных сталей критическое значение определено самим автором критерия [1].

Трудности использования критерия Ниямы связаны с тем, что не существует единого критического значения этого критерия для различных сплавов и различных условий получения отливок. Одним из важных направлений исследований является поиск универсального критерия качества отливки.

В данной работе при помощи компьютерного моделирования в программе СКМ «ПолигонСофт» было проведено исследование связи расчетной пористости с критерием Ниямы. Для вычислительного эксперимента в качестве объекта исследований была выбрана плита из магниевого сплава МЛ10. Выбор данной отливки обусловлен её простой геометрией, удобной для анализа и тем условием, что аналогичная отливка использовалась в работах [2,3].

В вычислительном эксперименте проводилось моделирование процесса кристаллизации отливки в кокиле и в форме из холодно-твердеющей смеси (ХТС). Для выявления зависимости была проведена серия расчетов для кокиля с различными температурами — 200, 300, 400, 500°С. Температура метала в расчете составляла 720°С, кристаллизация происходила воздухе при температуре 20°С.

В результате вычислительного эксперимента были получены кривые, связывающие пористость со значением критерия Ниямы для различных условий получения отливки, определяемых температурой и материалом формы. Определены критические значения критерия Ниямы для данной отливки в зависимости от температуры кокиля.

Установлено, что в рамках условий вычислительного эксперимента не существует единая для рассмотренных технологических процессов количественная зависимость усадочной пористости от критерия Ниямы. Полученная зависимость является неоднозначной: при одном и том же значении критерия Нияма пористость может различной в зависимости от параметров технологического процесса.

Получена однозначная зависимость в виде f(G,W)=Pi между объемной долей пор и тепловыми условиями в двухфазной зоне отливки, где G -градиент температуры, W – скорость кристаллизации, Pi – уровни постоянной пористости. Данная диаграмма обобщает результаты

моделирования для различных технологических условий (разная температура формы) и разных материалов формы (кокиль, ХТС).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-38-90099/19

Список литературы:

1. Niyama E., Uchida T., Morikawa M., Saito S. A Method of Shrinkage Prediction and its Application to Steel Casting Practice // AFS International Cast Metals Journal, 1982, vol. 7, no. 3. pp. 52-63.

2. K. D. CARLSON, SHOUZHU OU, and C. BECKERMANN Feeding of High-Nickel Alloy Castings // Metallurgical Transactions B, v. 36B, Dec. 2005, pp. 843-856.

3. K. D. CARLSON, SH. OU, R. A. HARDIN, and C. BECKERMANN Development of New Feeding-Distance Rules Using Casting Simulation: Part I. Methodology // Metallurgical Transactions B, v.33B, Oct. 2002, pp. 731-740.

Определение коэффициентов интенсивности напряжений прямым методом в задачи об отслоении двухслойной полосы

Идрисов Д.М.
ИПМех РАН, Москва
idrisov.dim@mail.ru

Задача, о трещине на границе контакта двухслойной полосы, имеет большое практическое применение, например, для расчета коэффициентов интенсивности напряжений в стандартных испытаниях [1], изучение процессов разрушения в слоистых структурах [1-5]; исследование расслоения тепловых и экологических покрытий [6].

Для определения коэффициентов интенсивности напряжений существует множество различных методов, такие как метод перемещений, метод податливости, энергетический метод и т.д. Но не один из этих методов не позволяет рассчитать КИН на границе контакта двух анизотропных тел [6, 7], так как все эти методы в основном были сформулированы для однородных изотропных тел.

КИН определяется как коэффициент при сингулярном члене для соответствующей компоненты тензора напряжений, где сингулярность имеет вид, единицы деленной на квадратной корень из расстояния до вершины трещины. Существуют численные методы, позволяющие рассчитать КИН напрямую из этого определения. Этот метод известен как прямой метод [8]. Суть его заключается в том, что используя распределение напряжений вдоль границы контакта двух слоев, полученные из результатов численного моделирования, вычисляется произведение соответствующей компоненты тензора напряжений на квадратный корень от расстояние до вершины трещины. Для полученного выражения строится график зависимости от расстояния до вершины трещины. Значение КИН из построенного графика, находиться с помощью линейной экстраполяции. При этом следует исключить точки, лежащие непосредственно у вершины трещины, так как в этой области точность численного метода заметно снижается.

Используя прямой метод напряжений, были получены значения КИН для плоско-деформированного состояния, с четырьмя типами нагружения, с соотношением толщин полос 1/2.

Список литературы:

1. Suo Z., Hutchinson J.W. Interface Crack Between Two Elastic Layers // Int. J. Fract. – 1990. – Vol. 43. – P. 1–18.

2. Hutchinson J.W., Suo Z. Mixed Mode Cracking in Layered Materials // Advances in Applied Mechanics. Eds. J.W. Hutchinson, T.Y. Wu. – 1992. – Vol. 29. – P. 63–191.

3. Ustinov K.B. On influence of substrate compliance on delamination and buckling of coatings // Eng. Fail. Analys. – 2015. – Vol. 48B – P. 338–344.

4. Ustinov, K., On separation of a layer from the half-plane: elastic fixation conditions for a plate equivalent to the layer //Mech. Solid. – 2015. – Vol.50 (1) – P. 62–80.

5. Salganik, R., Ustinov, K., Deformation problem for an elastically fixed plate modeling a coating partially delaminated from the substrate (plane strain) // Mech. Solid. – 2012. Vol.47 (4) – P. 415–425.
6. Suo Z., Hutchinson J.W. Interface Crack Between Two Elastic Layers // Int. J. Fract. – 1990. – Vol. 43. – P. 1–18.
7. Bowie, O. L., Analysis of an infinite plate containing radial cracks originating at the boundary of an internal circular hole // J. Math, and Phys. –1956. – Vol.25 – P. 60–71.
8. Нисиока Т., Атлури С. Вычислительные методы в динамике разрушения // Вычислительные методы в механике разрушения. М.: Мир, 1990. С. 267–321.

Молекулярно-динамическое исследование структуры и свойств аморфного сплава Zr-Nb

Клявинек С.С.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Колотова Л.Н.
ОИВТ(РАН), Долгопрудный
klyavinekss@gmail.com

На сегодняшний день аморфные металлические сплавы представляют особый интерес, поскольку, благодаря своей некристаллической структуре, обладают необычными физическими свойствами. В данной работе исследован сплав Zr-Nb, поскольку он уже активно используется в различных областях промышленности, к примеру, при создании оболочек ТВЭЛов. В моделировании использовался ADP-потенциал с параметризацией [1], изучение структуры проводилось с помощью программы OVITO [2]. В ходе исследований обнаружено, что икосаэдрические кластеры являются основными структурными элементами аморфного сплава Zr-Nb, заполняющими весь объем сплава. Показана связь между резким возрастанием таких кластеров в при переходе из жидкости в стекло и расщеплением второго пика ПКФ. С помощью многогранников Вороного рассмотрены особенности строения аморфного сплава. Определено, что искоэадрические кластеры образует практически полностью только Nb, Zr этого не делает. Данное явление объяснено с помощью стерического фактора. По различным структурным критериям, таким как возрастание числа икосаэдрических кластеров, расщепление второго пика ПКФ, площадь под вторым пиком ПКФ и критерий Вендта-Абрахама определена температура стеклования Zr-Nb в зависимости от процентного содержания Nb. Полученные данные находятся в хорошем согласии друг с другом. Также температура стеклования определена с помощью изменения теплоемкости при переходах "жидкость-стекло" и "стекло-жидкость", с помощью коэффициентов диффузии. Полученные данные также находятся в хорошем согласии друг с другом. Были исследованы упругие свойства аморфного Zr-Nb в зависимости от процентного содержания Nb, получены значения модуля упругости при сжатии и растяжении. Моделирование проводилось с помощью пакета LAMMPS [3].

Список литературы:

1. Smirnova D. E., Starikov S. V. An interatomic potential for simulation of Zr-Nb system //Computational Materials Science. – 2017. – Т. 129. – С. 259-272.
2. A. Stukowski Visualization and analysis of atomistic simulation data with OVITO — the Open Visualization Tool Modelling Simul. Mater. Sci. Eng. 18 (2010), 015012
3. Plimpton S. Fast parallel algorithms for short-range molecular dynamics //Journal of computational physics. – 1995. – Т. 117. – №. 1. – С. 1-19.

Изменение состава, структуры и свойств сплава ВТ6 после лазерной наплавки

Колесников Д.Н., Загидуллин А.Д., Мухамадеев И.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Муратаев Ф.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
Dmitry_kolesnikov1995@mail.ru

Диски и лопатки компрессоров ГТД для эксплуатационных температур до 550ОС изготавливают из титановых сплавов, несмотря на существенные их недостатки в части низких антифрикционных свойств и твердости, что может приводить к отказам, связанным с изнашиванием рабочих поверхностей [1-4]. В этой связи использование наплавленного металла в замковых пазах дисков, на бандажных полках и поверхностях замков рабочих лопаток обеспечит более высокую эффективность использования титановых сплавов, защищенных такими покрытиями [5, 6].

В работе анализируются результаты состава, структуры и свойств наплавленного металла на образцы сплава ВТ6 с использованием комплекса на базе волоконного генератора ЛС-10 с защитной кабиной. С помощью спектрометра INCA X-Max выявлено изменение состава в металле наплавки. От поверхности образца в глубину (к подложке до ЗТВ) оно составляет: Ti от 9 до 85%, Ni от 63 до 0,1%, Al от 1,3 до 5,9%, V от 0,2 до 4%, Cr от 7,2 до 0%, Fe от 3,1 до 0,1%, C от 13 до 3%, Si от 2,7 до 0,1%. Литая структура наплавленного металла — аустенитно-карбидная. Расплавление металла подложки основного сплава ВТ6 не выявлено. Импульсной лазерной наплавкой на пластину ВТ6 обеспечивается увеличение твердости металла в интервале HRC 70…80 на глубину до 560 мкм и в целом: по сплошности упрочненного слоя, адгезионной надежности, твердости и весовой отдаче перекрываются характеристики рабочих поверхностей, выполненных по альтернативным технологиям [7, 8].

Список литературы:

1. Муратаев Ф.И., Хакимов С.Ш. Обоснование соотношений микроструктуры и свойств титановых сплавов для задач прогнозирования сопротивления усталости. // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2014 №4. С. 110-114.
2. Муратаев Ф.И., Муратаев А.Ф. Исследование повреждаемости металла дисков компрессора ГТУ // ISSN 2078-6255. Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2016 №4. С. 31-35.
3. А.Г. Братухин, М.А. Погосян, Л.В. Тарасенко. Конструкционные и функциональные материалы современного авиастроения. М.: МАИ, 2007. 301 с.
4. Муратаев Ф.И., Жаржанази М.А. Обеспечение конструкционной прочности титановых сплавов по критериям предельной пластичности и сопротивления усталости // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева, 2013. №1. С. 50-54.
5. Муратаев Ф.И., Махмутянов А.Н., Муратаев Т.А. Превращения титановых сплавов в лазерном пятне при ударном упрочнении // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2020 №2.
6. Клабуков М.А., Данилов Е.В. Обоснование состава материалов и технологий рабочих поверхностей микрохирургического инструмента // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева, 2019. №2. С. 66-73.
7. Муратаев Ф.И., Клабуков М.А. Особенности лазерного ударного упрочнения сталей и титановых сплавов // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2012 №4. С. 82-84.
8. F I Murataev et al Ranking materials technologies by limiting characteristics of heat-resistant alloys and their longevity in the problems of import substitution 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.570 012070.

Оптимизация параметров материалов с сэндвич — структурой применительно к задачам стоматологического протезирования

Крузман А.Р.
Научный руководитель — к.т.н. Никитин А.Д.
МАИ, Москва
arti2199@gmail.com

Использование передовых технологий в медицине в настоящее время позволяет сканировать челюстной аппарат пациента и на основании полученных данных формировать модель протеза методами 3D печати. Однако, подобный подход, не смотря на все свои достоинства относительно трудоемкой – построение одной модели может занимать до 14 часов, что отражается на стоимости изделия. Подобные ограничения не позволяют активно внедрять персонализированный подход при протезировании широких масс потребителей. Одновременно, существуют альтернативные методы изготовления базисов протезов – это термопечать изделия из лавсана. Этот метод позволяет изготовить протез за считанные минуты. Однако, прочность такого материала оказывается ниже, чем изготовленного методом 3D печати. В качестве рабочей гипотезы предполагается, что прочностные характеристики базиса из лавсана могут быть улучшены путем армирования по краю готового изделия. В настоящей работе проводится математическое моделирование армированного базиса под действием внешних жевательных нагрузок. Проводится поиск оптимального решения.

Задача об армированном базисе решается в модельном приближении, когда протез моделируется оболочкой постоянной толщины, опертой на упругое основание.

Подразумевается, что пластичность данного упругого основания не является однородной в некоторых областях. Тогда при применении жевательной нагрузки, реакция базиса (основания) определена распределенным давлением, в области контакта небных костей с базисом. Решается задача путем приложения различных жевательных нагрузок и оценивается по критерию Вон Мизеса.

Показано, что армирование базиса нолатеком позволяет существенно увеличить жесткость изделия и повысить его прочность. Представлены результаты оптимизации геометрических параметров армирующего слоя. Приведены практические рекомендации.

Модель отслоения тонкого покрытия (балочное приближение) при использовании клеев с большой предельной вытяжкой

Куксин Д.Г.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Беклемишев Н.Н.
МАИ, Москва
dmitrykuksin@gmail.com

Разрушение многослойных элементов конструкции с тонкими покрытиями в основном определяются возникновением и развитием трещин на границы соединений. Моделирование адгезионной прочности – актуальная проблема механики разрушения. Значительное развитие получили балочные модели, обеспечивающие достаточно глубокое понимание процессов адгезионного разрушения. И возможность оценки сопутствующих механических эффектов. Полученные при этом результаты могут иметь практическое применение для оценок параметров различных технологических процессов.

Значительный вклад в развитие балочных моделей внесён отечественными учёными [1-4].

В данной работе рассматривают балочное приближение в моделировании процесса сопротивления адгезионному разрушению при отслоении тонкого покрытия. Представительный элемент покрытия в концевой зоне (размер концевой зоны отслоения превышает толщину покрытия) замещён эффективной балкой единичной ширины, нагруженной системой связи внутри концевой зоны. Внешние нагрузки представлены в виде продольной силы и сосредоточенного изгибающего момента, приложенного к свободному

концу. Принято условие равенства нулю удельной энергии диссипации в концевой зоне отслоения, рассматриваемой как эффективная трещина, внешние нагрузки в которой скомпенсированы силами сцепления.

Рассмотрена задача об отслоении покрытия в случае, когда связь с покрытием ассоциируется с моделью концевой области типа Дагдейла.

Список литературы:

1. Ентов В.Н., Салганик Р.Л. О балочном приближении в теории трещин. Известия АН СССР. Механика. 1965 г. №5. С. 95-102.

2. Гольдштейн Р.В., Коновалов Р.Б. Асимптотический анализ пространственной задачи о трещине-расслоении в двухслойной пластине. Известия РАН МТТ. 1996. №3.

3. Гольдштейн Р.В., Осипенко Н.М. Балочное приближение в задачах отслоения тонких покрытий. Известия РАН МТТ. 2003 г. №5.

4. Гольдштейн Р.В., Осипенко Н.М. Отслоение покрытий под действием термоупругих напряжений (балочное приближение). Вестник СамГУ- Естественная наука. 2007 г. №4.

Сравнительный анализ различных вариантов технологического процесса штамповки полой детали

Ларкин А.С.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Шпунькин Н.Ф.
Московский Политех, Москва
andy.cool@mail.ru

В работе проведено исследование различных методов изготовления полой детали с высокой цилиндрической стенкой и отверстием в донной части из алюминиевого сплава Д16. По действующему технологическому процессу деталь изготавливается методом холодной объёмной штамповки из цилиндрической заготовки диаметром 16 мм и высотой 29 мм. Основной формоизменяющей операцией в этой технологии является обратное выдавливание, в качестве доделочных применяются операции механической обработки: сверление отверстия в дне, подрезка торца и др. На основе проведённого компьютерного моделирования удалось оптимизировать процесс холодной объёмной штамповки, однако наличие в технологическом процессе операций механической обработки не позволило обеспечить повышение производительности при изготовлении детали.

В связи с увеличением программы выпуска изделий возникла необходимость рассмотреть другие варианты технологического процесса штамповки. Была изучена и обоснована возможность изготовления детали методом листовой штамповки с применением многооперационной вытяжки. Вытяжка является одной из самых распространенных и, в то же время, сложных операций листовой штамповки. За время развития обработки материалов давлением было проведено много исследовательских работ, в которых были получены математические зависимости различных величин, необходимых для расчета параметров вытяжки. В то же время развитие компьютерных технологий позволило быстрее, точнее и эффективнее оценивать параметры данной технологической операции за счёт компьютерного моделирования. В ходе данной работы было проведено сопоставление теоретического расчета вытяжки с компьютерным моделированием данного процесса в среде Autoform.

Исходными данными являлись размеры окончательной полой детали, толщина и свойства исходного листового материала. На их основании был произведён расчёт размеров заготовки, а также количество переходов вытяжки в соответствии со значениями предельных коэффициентов вытяжки. Были определены размеры детали на каждом переходе, а также проведено сопоставление полученных размеров детали с исходными размерами. Компьютерное моделирование фактически должно подтвердить или опровергнуть данные теоретического расчета, а также помочь оптимизировать процесс и уточнить оптимальные геометрические размеры инструментов. Исходя из требуемых форм полуфабрикатов детали на каждом переходе, были построены матрицы и пуансоны соответствующей конфигурации

с использованием программ трёхмерного геометрического моделирования. После импорта конфигураций инструмента в систему Autoform матрицам и пуансонам были назначены соответствующие номера операций, задана последовательность выполнения операций, выполнено позиционирование инструментов для каждой отдельной операции и проведено моделирование. Возможность изготовления детали с применением разработанного технологического процесса при компьютерном моделировании оценивалась по диаграмме предельных деформаций, которая для применяемого листового материала устанавливает связь между компонентами главных деформаций в момент разрушения. Свидетельством успешного моделирования является деталь, полученная без серьезных дефектов, у которой точки с соответствующими значениями главных деформаций не расположены в зонах разрушения или складкообразования на диаграмме предельных деформаций.

В результате моделирования была получена деталь, соответствующая требуемой, что говорит о том, что современные программные комплексы (Autoform, в частности) способны ускорить и оптимизировать технологические процессы в обработке материалов давлением. Разработанная технология может быть реализована на высокопроизводительном оборудовании – листоштамповочном многопозиционном прессе-автомате. В работе приведены рекомендации по адаптации технологического процесса к этому виду оборудования.

Список литературы:

1. Ковка и штамповка: Справочник: В 4-х томах. Т. 4. Листовая штамповка/ А. Ю. Аверкиев, С. И. Вдовин, Н. Ф. Шпунькин и др. Под ред. С. С. Яковлева. М.: Машиностроение, 2010. – 732 с.

2. Головин В.А., Ракошиц Г.С., Навроцкий А.Г. Технология и оборудование холодной штамповки. М.: Машиностроение, 1987. — 352 с.

3. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. –Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979.– 520 с.

4. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.

Определение рациональных конструктивно-технологических параметров струеформирующего тракта мобильных гидроабразивных установок

Лихачев А.С., Илюхина А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Колпаков В.И.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
lixacheow.alexei@yandex.ru

Развитие технологий с применением высокоскоростной струи жидкости предусматривает разработку технологии, позволяющей проводить резку под водой как различных материалов, так и техногенно опасных объектов. Использование при выполнении подобных операций уже имеющихся технологий, например, таких как лазерная, плазменная, газовая и электрическая резки, приводят к выделению большого количества тепла, что может повлечь за собой негативные последствия. Применение же технологии гидроабразивной резки (ГАР) позволяет значительно снизить и практически избежать нагрева обрабатываемого материала. Поэтому адаптация ГАР к подводным условиям работы позволит реализовать не только технологию резки, но и решить задачи обслуживания техногенно опасных объектов [1-3].

В настоящей работе предложен способ увеличения эффективности работы гидроабразивных установок в подводных условиях за счёт использования составного струеформирующего тракта, позволяющего не только лимитировать расход гидроабразивной суспензии, но и стабилизировать высокоскоростное струйное течение.

Обоснование конструктивных параметров велось с использованием разработанной методики, базирующейся на численных методах механики сплошной среды [4, 5]. При этом рассматривались задачи формирования гидроабразивной струи и её последующее взаимодействие с металлическими конструкциями из различных материалов.

Список литературы:
1. Ilyukhina A.A., Kolpakov V.I., Galinovskii A.L., Khakhalin, A.V. The Features of Hydroabrasive Cutting of Honeycomb Panels of Space Vehicles. Moscow University Physics Bulletin. 2018. Vol.73 (4). Pp.441-446. DOI: 10.3103/S0027134918040069
2. Илюхина А.А., Колпаков В.И., Галиновский А.Л., Хахалин А.В. Особенности процесса гидроабразивной резки сотовых панелей космических аппаратов. Вестник московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. 2018, №4, с. 101-107
3. Колпаков В.И., Илюхина А.А. Особенности математического моделирования разрушения конструкций из разных материалов под действием высокоскоростной гидроабразивной струи. Инженерный журнал: наука и инновация, 2019, №9, с. 1-8. DOI: 10.18698/2308-6033-2019-9-1913
URL: http://www.engjournal.ru/articles/1913/1913.pdf (дата обращения 22.01.2020)
4. Герасимова, А. М., Ефимова, С. А., Прохорова, А. В., Колпаков, В. И. (2014). Особенности физико-математической постановки и численного решения типовых задач гидроабразивной резки различных материалов. Инженерный вестник, (1), 3-3.
5. Герасимова, А. М., Галиновский, А. Л., Колпаков, В. И. (2015). Анализ взаимодействия гидроабразивной струи с внутренней поверхностью канала фокусирующего сопла. Известия высших учебных заведений. Машиностроение, (9 (666)).

Упругие свойства двухслойных нанотрубок из гексагональных кристаллов при растяжении

Лобакова А.О.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Лисовенко Д.С.
МАИ, Москва
lina.lobakova98@mail.ru

В современной механике важное место занимает синтез наноматериалов. В конце 20-го века, в 1985 году, был открыт фуллерен (C60) группой ученых: Ричардом Смолли, Робертом Кёрла и Харольдом Уолтером Крото. Фуллерен представляет собой молекулу сферической формы, поверхность которого состоит из шестидесяти атомов углерода в вершинах шестиугольников и пятиугольников. Ещё один класс углеродных наноструктур включает углеродные нанотрубки (УНТ) – объекты, составленные из одного или нескольких, свернутых в цилиндр гексагональных графеновых слоев. В 90-х годах также были получены неуглеродные нанотрубки из кристаллов различных кристаллических систем.

Применение УНТ обширно из-за их уникальных свойств. Нанотрубки улучшают механические свойства при внедрении их в композитные полимеры, т.к. обладают высокой прочностью при растяжении и изгибе. Напряженность электрического поля в окрестности головки УНТ на порядки превышает среднюю напряженность по объему, что ведет к созданию нового класса электронных приборов с низким напряжением питания и малыми размерами. Расстояния между графитовыми слоями в многослойной углеродной нанотрубке достаточно для размещения некоторого количества вещества, в результате УНТ рассматривают как уникальную емкость.

В данной работе рассмотрено упругое растяжение двухслойных нанотрубокк из гексагональных кристаллов. Для описания механических свойств будет использоваться модель полого стержня, обладающего цилиндрической гексагональной анизотропией. Исходя из этого представления, записан закон Гука в цилиндрической системе координат, уравнения равновесия при условии зависимости компонент напряжения от одной координаты и граничных условий на боковых поверхностях и торцах. С помощью численно-аналитического анализа исследована изменчивость упругих характеристик двухслойных нанотрубок из гексагональных кристаллов.

Список литературы:
1. А. В. Елецкий. Углеродные нанотрубки и их эмиссионные свойства. УФН, 2002, том 172, номер 4.
2. Ю. Е. Лозовик, А. М. Попов. Свойства и нанотехнологические применения нанотрубок. УФН, 2007, том 177, номер 7

Исследование влияния температурного воздействия на НДС в системе подложка-покрытие

Мананникова А.И.
Научный руководитель — к.т.н. Астапов А.Н.
МАИ, Москва
alisa.manannikova98@gmail.com

Настоящая работа является продолжением исследований, посвященных разработкам жаростойких защитных покрытий [1, 2], а также созданию и развитию математических моделей и методов [2-5] оценки уровня и области локализации температурных напряжений, возникающих в процессе получения и/или эксплуатации покрытий.

Рассматривается задача термоупругости для многослойной системы «подложка – покрытие» при равномерном нагреве/охлаждении в постановке плоского напряженного состояния. Система моделируется тонкой неоднородной по толщине пластиной, свободной от внешних сил и закреплений. Физические соотношения, связывающие возникающие напряжения и деформации, описываются законом Гука-Дюамеля.

Построение математической модели осуществлялось после анализа аналогичных работ [3-5], которые в свою очередь содержат ряд недостатков (не учитывают изгибные деформации [3, 4], оценивают напряжения лишь на поверхности подложки [4], подходят для расчета неоднородных пластин, слои которых симметричны относительно срединной поверхности [3], имеют громоздкие неочевидные определяющие соотношения [5]) и в полной мере не отражают реальный характер распределения напряжений по толщине многослойной системы. Получено аналитическое решение для тангенциальных напряжений в пластине, учитывающее одновременный вклад чисто тепловых деформаций, деформаций теплового растяжения-сжатия и изгиба. Решение позволяет оценивать напряженно-деформированное состояние (НДС) системы для произвольного числа слоев различной толщины, выполненных из разных материалов.

Проведена апробация полученной аналитической модели на примере исследования НДС в системе «жаропрочный материал – жаростойкое покрытие». В качестве подложки рассмотрен ряд сплавов на основе тугоплавких металлов (молибдена и вольфрама), в качестве защитных покрытий – однослойные и многослойные композиции на основе силикатов иттербия (Yb2Si2O7 и Yb2SiO5). Данные материалы и покрытия имеют высокие перспективы применения в газотурбинных двигателях шестого поколения. Показано, что учет изгиба приводит к существенному изменению уровня и характера распределения

тепловых напряжений по толщине системы. Полученные оценки позволяют проводить анализ на совместимость материалов слоев по термоупругим характеристикам и при необходимости выполнять модификацию композиций путем замены и/или введения дополнительного слоя или изменения их толщин.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ по мероприятию «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых» Президентской программы исследовательских проектов (Соглашение № 19-79-10258 от 08.08.2019 г.).

Список литературы:

1. Мананникова А.И., Астапов А.Н. Поиск перспективных направлений повышения рабочих температур жаростойких покрытий силицидного типа // Сборник тезисов докладов XLV Международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения – 2019». Москва, 16 – 19 апреля 2019 г. – М.: МАИ, 2019. – С. 856 – 857.

2. Астапов А.Н., Жаворонок С.И. Расчет тепловых напряжений в системе «подложка – покрытие» и пути их снижения // Материалы XXIII Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова. – Калужская обл., г. Кремёнки, санаторий «Вятичи», 13 – 17 февраля 2017 г. – Т. 1. – М.: ООО «ТРП», 2017. – С. 14 – 16.

3. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости: Пер. с англ. // Под ред. Г.С. Шапиро. – М.: Наука, 1979. – 560 с.

4. Будиновский С.А., Каблов Е.Н., Мубояджян С.А. Применение аналитической модели определения упругих напряжений в многослойной системе при решении задач по созданию высокотемпературных жаростойких покрытий для рабочих лопаток авиационных турбин // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение. – 2011, № SP2. – С. 26 – 37.

5. Барвинок В.А. Управление напряженным состоянием и свойства плазменных покрытий. – М.: Машиностроение, 1990. – 384 с.

Согласование характеристик структуры и конструкционной прочности технологических вариантов сплава ВТ22

Махмутянов А.Н., Колесников Д.Н., Муратаев Т.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Муратаев Ф.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
arturudmnet@gmail.com

При изготовлении дисков компрессора ГТД широко используются титановые сплавы мартенситного и переходного классов. Они обеспечивают достаточную работоспособность до уровней температур 500…550ОС в условиях комбинированного воздействия растяжения – сжатия в сочетании с изгибом [1-3]. Причем в ободной части и ступице дисков возникают условия сложного НДС [4-7]. В высоконапорных ступенях двигателей возникает необходимость проработки массивных участков металла диска при ковке и штамповке, чему отвечает титановый сплав переходного класса ВТ22 [8, 9].

При комплексном исследовании сплава его структуры и свойств, работе используются фрагменты металла диска компрессора 1-ой ступени КВД, изготовленного из поковки, а также штамповки 3-х, 5-ти и 8-ми переходной проработки в области β, а затем α+β – области проработки с последующей термической обработкой. Структура состоит из низкотемпературной с разной степенью рекристаллизации α-фазы + высокодисперсной (превращенной) αп-фазы + превращенного α1-мартенсита + α11-мартенсита и + превращенной β1-фазы разной дисперсности. Эффективность улучшения конструкционной прочности (КП) определяется морфологией фаз и концентрацией составляющих структуры. Установлены устойчивые зависимости ψ=f (α/αп), на «модуль Ильюшина» — Ек = f (α/αп) и коэффициент деформационного упрочнения — m(o)=f (α/αп), подтвержденные коэффициентами регрессии соответственно: R^2 = 0,9891, R^2 = 0,9969 и R^2 = 0,9542. Полученные результаты позволили обосновать ужесточение ТУ на технологию изготовление дисков изделия и обеспечили улучшение характеристик конструкционной прочности металла в разы.

1. Муратаев Ф.И., Жаржанази М.А. Обеспечение конструкционной прочности титановых сплавов по критериям предельной пластичности и сопротивления усталости // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева, 2013. №1. С. 50-54.

2. Муратаев Ф.И., Муратаев А.Ф. Исследование повреждаемости металла дисков компрессора ГТУ // ISSN 2078-6255. Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2016 №4. С. 31-35.

3. А.Г. Братухин, М.А. Погосян, Л.В. Тарасенко. Конструкционные и функциональные материалы современного авиастроения. М.: МАИ, 2007. 301 с.

4. Муратаев Ф.И., Хакимов С.Ш. Обоснование соотношений микроструктуры и свойств титановых сплавов для задач прогнозирования сопротивления усталости. // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2014 №4. С. 110-114.

5. F I Murataev et al Ranking materials technologies by limiting characteristics of heat-resistant alloys and their longevity in the problems of import substitution 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.570 012070.

6. Муратаев Ф.И., Махмутянов А.Н., Муратаев Т.А. Превращения титановых сплавов в лазерном пятне при ударном упрочнении // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2020 №2.

7. Муратаев Ф.И., Мухамадеев И.М. Закономерности структурных состояний и характеристик конструкционной прочности штамповок титанового сплава // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2020 №2.

8. F I Murataev et al 2019 IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering 570 012071.
9. Муратаев Ф.И., Шканов И. Н. Обоснование технологии обработки дисков компрессоров по характеристикам статического и циклического деформирования // Известия вузов «Авиационная техника», 1999, № 1. С. 43-47.

Априорная оценка точности вычислений при проектировании ферм

Махова В.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лебедев В.В.
МГСУ, Москва
makhovavika@icloud.com

Тема исследования появилась после выполнения индивидуального домашнего задания по теоретической механике. В этом задании нужно было определить усилия в стержнях заданной фермы. Ферма предлагалась статически определимая. Правильность вычислений можно было проверить самостоятельно. Однако на заключительном этапе, при расчёте последнего узла фермы условия правильности вычислений, как правило, не выполнялись. В одних вариантах абсолютная и относительная ошибки были незначительными, а в других достигали существенных значений. Например, относительная ошибка определения усилия в последнем изучаемом стержне иногда превышала 100%. Появилась задача — оценить точность вычислений. Для этого потребовалось разобрать методическую схему решения задачи.

На первом этапе выполнения задания нужно было проверить выполнение условия статической определимости фермы. Это следствие из формулы П.Л. Чебышева. Шарнирно-рычажная система должна иметь нулевую степень свободы. Если число степеней свободы будет положительным, то вместо фермы будет подвижный механизм. При отрицательном числе степеней свободы ферма становится статически неопределимой и переходит из области теоретической механики и сопротивления материалов в область строительной механики. Во всех вариантах были две опоры – цилиндрический шарнир с двумя составляющими реакции опоры и каток с одной составляющей силы реакции. Для контроля правильности определения сил реакций опор было выдвинуто требование применить три формы условия равновесия плоской системы сил, а затем самостоятельно проверить совпадение трёх полученных результатов.

После определения реакций опор началось последовательное изучение узлов фермы – это третий, заключительный этап выполнения задания. Узлы фермы надо изучать в такой последовательности, чтобы в очередном исследуемом узле сходилось не более двух изучаемых стержней, усилия в которых пока не определены. Это связано с тем, что условие равновесия плоской системы сходящихся сил имеет два уравнения

Дополнительно к заданию была исследована простейшая треугольная ферма с тремя шарнирами и тремя стержнями. На втором, предпоследнем узле была выполнена частичная проверка полученных усилий в стержнях. Одно из двух уравнений системы должно обязательно превратиться в тождество.

Исследуя последний узел, выполняется полная проверка. Однако тождества получаются, если пользоваться точными значениями полученных ранее усилий и тригонометрических функций. Если пользоваться приближёнными значениями сил и тригонометрических функций, то появится невязка, ошибка во время выполнения проверок. Насколько можно округлять точные значения? Это основной вопрос исследования в проведённой работе.

Пример – все значения округляем до одного десятичного знака после запятой. Реакции опор (шарнира и катка) выражаются точными числами относительно активной силы. Усилия в стержнях выражаются приближёнными числами. При изучении предпоследнего узла во время частичной проверки результата появляется невязка. Была оценена абсолютная и относительная ошибка.

При изучении последнего узла фермы условия системы уравнений в общем случае будут выполняться приближённо. В рассмотренном примере одно условие выполняется точно, а второе приближённо — такая ситуация тоже может иметь место.

Вывод по расчёту простейшей треугольной фермы.

Если пользоваться приближёнными значениями с одним десятичным знаком после запятой, то методическая ошибка будет равна 0,04 (4%). Проведено обобщение ошибок, получающихся при различных округлениях чисел в процессе решения задачи. Общая ошибка зависит от числа треугольников, как устойчивых фигур, в конструкции фермы.

В реальном задании относительная ошибка оказалась равной 12%, потому что в конструкции фермы было 5 треугольников, а промежуточные значения округлялись до десятых или сотых долей. Это означает, что относительная ошибка была заранее предсказуема и составляла от 3% до 23%.

Малые относительные ошибки получились в тех вариантах, кто пользовался округлениями до 4-6 знаков после запятой.

Вывод однозначен. Сотые и даже тысячные доли в значениях тригонометрических функций могут привести к существенной ошибке в конечном результате. Чтобы избежать больших невязок, надо пользоваться более точными приближениями, как в четырёхзначных таблицах Брадиса, а лучше, в шестизначных, но конечно, теперь уже с применением компьютерной техники.

Классификация видов моделирования процессов пластического деформирования

Машкова Д.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Соломонов К.Н.
РГУПС, Воронеж
miss.mashkova96@yandex.ru

Значительную долю деталей для авиационной и ракетно-космической техники получают в процессах пластического формоизменения, которые характерны для технологий обработки металлов давлением. Предотвращение макро-дефектов, выявляемых с помощью разнообразных способов неразрушающего контроля [1], в таких процессах является сложной и актуальной задачей. Наиболее эффективным и мало затратным средством при этом служат различные виды моделирования указанных процессов. Для более рационального их использования целесообразно применение некоторой классификации.

Все виды моделирования можно условно разделить на два уровня.

К первому уровню можно отнести интеллектуальный и инфологический виды; ко второму – математическое, геометрическое, физическое и аналоговое моделирование.

Виды первого уровня применяются для решения плохо структурированных и информационно-логических задач.

Для решения структурированных задач используют виды моделирования второго уровня. К таким задачам можно отнести, например, моделирование пластического формоизменения материалов в процессах обработки давлением [2-3]. В то же время виды моделирования второго уровня можно разделить на теоретические (математическое и геометрическое), практические (физическое) и смешанного характера – аналоговое.

Инструментом для создания математических моделей может служить аппарат линейной алгебры, а также интегральное и дифференциальное исчисление.

Для решения некоторых задач пластического формоизменения применяются различные способы геометрического моделирования, которые используют известные инструменты высшей математики: дифференциальную, аналитическую и начертательную геометрии.

Физическое моделирование может служить не только практическим способом подтверждения теоретических разработок, но и средством получения результатов, которые не укладываются в общепринятую теорию.

Аналоговое моделирование можно отнести к смешанному виду, т.к. оно нередко реализуемо как в форме лабораторного опыта, так и виртуального эксперимента. Примером служит применение «песчаной аналогии» и «экви-теории» к моделированию процессов осадки [4-5].

Список литературы:
1. Тищук Л.И., Соломонов К.Н. Применение неразрушающего контроля в процессах производства и эксплуатации транспортных систем // Труды XIV Всероссийской научно-технической конференции АКТ-2013. – Воронеж: Элист, 2013. – С. 287-291.
2. Соломонов К.Н. Моделирование течения металла в процессах объемной штамповки оребренных деталей // Технология легких сплавов, 2005, №1-4, с. 142-149.
3. Соломонов К.Н., Федоринин Н.И., Тищук Л.И. Моделирование технологических методик пластического деформирования // Изв. Самарского НЦ РАН, 2017, № 1, с. 517-519.
4. Соломонов К.Н., Абашкин В.П. Возможности компьютерного анализа осадки заготовок // Технология легких сплавов, 2008, № 2, с. 96-100.
5. Тищук Л.И., Соломонов К.Н., Мазур И.П. и др. Исследование картины течения металла при осадке // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2017, № 3, с. 37-44.

Оценка применимости метода полос при исследовании задач о качении упругих тел

Мещерякова А.Р.
Научный руководитель — академик, д.ф-м.н. Горячева И.Г.
МФТИ, Москва
mif-almira@yandex.ru

Рассматривается пространственная задача о качении упругой сферы по упругому полупространству, сцепленному с вязкоупругим слоем. Качение сферы считается установившимся процессом. Область контакта состоит из зон сцепления и проскальзывания, границы которых определяются в ходе решения задачи. В зоне проскальзывания выполняется закон Кулона. Целью работы является сравнение распределений касательного напряжения в области контакта, полученных с помощью метода полос и вариационного метода, и определение границ применимости метода полос в решении задач трения качения с вязкоупругим слоем.

Ранее численное решение задачи о качении упругих тел с помощью алгоритма FASTSIM, основанного на методе полос [1], было получено в [2]. Аналитическое решение задачи о качении упругого цилиндра по основанию, состоящему из упругой полуплоскости и вязкоупругого слоя показано в [3], где были рассмотрены случаи существования двух и трёх зон в области контакта, и влияние вязкости слоя на распределение касательного напряжения.

Задача нахождения касательного напряжения в области контакта решается методом полос и вариационным методом независимо друг друга. При решении задачи методом полос область контакта делится на полосы равной ширины в направлении качения сферы, затем в каждой полосе ищется решение плоской задачи. Нахождение касательного напряжения в области контакта вариационным методом сводится к поиску минимума функционала относительно касательных напряжений с учётом граничных условий [4].

Были получены распределения касательного напряжения с помощью метода полос и вариационного метода. В методе полос использовалось аналитическое решение плоской задачи, ранее полученное в [3]. Для распределений касательных напряжений, полученных вариационным методом и методом полос, было проведено исследование влияния свойств вязкоупругого слоя, скорости качения сферы и коэффициента трения скольжения на расположение зон сцепления и проскальзывания и касательную силу.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 19-31-90015).

Список литературы:
1. Haines D.J., Ollerton E. Contact Stress Distributions on Elliptical Contact Surfaces Subjected to Radial and Tangential Forces // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. 1963. № 177(1). С. 95–114.

2. Kalker J.J. Simplified theory of rolling contact // Delft progress report. Series C: Mechanical and aeronautical engineering and shipbuilding. 1973. 1. P. 1-10.
3. Горячева И.Г. Механика фрикционного взаимодействия // Москва: Наука. 2001. С. 480.
4. Гольдштейн Р.В., Зазовский А.Ф., Спектор А.А., Федоренко Р.П. Решение вариационными методами пространственных контактных задач качения с проскальзыванием и сцеплением // Успехи механики. 1982. Т. 5. № 3/4. С. 61-102.

Виброобработка корпуса авиационного двигателя из железохромоникелевого сплава ЭП718, свариваемого роботизированным методом сварки в среде защитных газов

Минниахметов В.А.
Научный руководитель — доцент, Медведев А.Ю.
УГНТУ, Уфа
vadim.mini@yandex.ru

Введение. На сегодняшний день производится разработка отечественного авиационного двигателя, изготовленного из железохромоникелевого сплава ЭП718. Главными характеристиками данного сплава является его температуростойкость, способность выдерживать длительное воздействие нагрузок и работа среди агрессивных сред [1].

Проблемы сварки корпуса двигателя заключается в том, что в виду температурного воздействия, а, следовательно, температурное расширение металла на температуростойкий материал происходит образования остаточных напряжений. Опасность данных напряжений заключается в значительном снижении прочности сварного шва и конструкции в целом, а также способствуют изменению геометрии изделия [2].

Метод. На сегодняшний день процесс сварки сплава ЭП718 производится благодаря аргонодуговой сварке. Технология аргонодуговой сварки основывается на использовании сварочной ванны, которая защищает от газов и примесей. Не смотря на успешное применение аргонодуговой сварки, в сварном соединении слава ЭП718 присутствуют значительные остаточные напряжения, приводящие чаще всего к горячим трещинам, а также снижению прочности конструкции. Также в виду человеческого фактора и сложности свариваемого материала, сварное соединение не всегда удовлетворяет требования стандарт качества соединения [3].

Альтернативой использования аргонодуговой сварки является роботизированный метод сварки. Необходимость замены аргонодуговой сварки заключается в том, что при сварке сплава ЭП718 в нем остаются напряжения, приводящие к снижению прочности и изменению геометрии конструкции. Также в виду человеческого фактора, невозможно обеспечить идентичные сварные швы, что с учетом большого количества сварных соединений на корпусе двигателя приводят к значительному снижению прочности, а также невозможности обеспечения качественного сварного шва в виду сложности свариваемого материала.

Технология применения плавящихся электродом направлена на уменьшение температурного воздействия на свариваемый материал, что влечет к снижению расширения металла, следовательно, снижению остаточных напряжений. Использование роботизированного метода сварки позволяет улучшить качество сварного шва и прочность конструкции [4]. Выполняется при расплавлении электродной проволоки, подаваемой в плавильное пространство, его защита от воздуха осуществляется подачей защитного газа — инертного, активного или их смесей под давлением, большим атмосферного, вследствие чего воздух оттесняется и образуется соответствующая газовая среда.

Несмотря на термическую обработку сварного соединения вне зависимости от метода термообработки, в сварном соединении конструкции из сплава ЭП718 концентрируются остаточные напряжения. Как вариант снижения напряжений предлагается использование технологии вибрационной обработки материала [5]. Однако более эффективным и экономически выгодным является метод сопутствующей вибрационной обработки соединений в процессе сварки. В этом случае вибрационное воздействие оказывается не

только на затвердевший металл сварного соединения, но и на расплавленный и кристаллизующийся металл сварочной ванны, что не только позволяет получить более широкий спектр положительных эффектов от обработки, но и дает возможность применения локального ввода упругих колебаний непосредственно в зону сварки, что значительно снижает требуемую мощность вибрационных устройств и повышает универсальность метода.

Отличительной особенностью работы является исследование использования роботизированного метода сварки плавящимся электродом в среде защитного газа вместо аргонодуговой сварки, которая используется в настоящее время. Внедрение технологии роботизированной сварки дает в перспективе возможность улучшить качество корпуса авиационного двигателя, сделанного из сплава ЭП718, а также сокращение времени изготовления, что приводит к увеличению производительности без потери качества. Использование виброобработки сварного шва, в теории, способствует снижений остаточных напряжений в конструкции за счет пластический деформаций и равномерному формированию кристаллической решетки [6].

Список литературы:

1. Источник Сорокин Л.И. Свариваемость жаропрочных сплавов, применяемых в авиационных газотурбинных двигателях. – 1996.– 21 с.

2. С.А. Никулин, М.А. Штремель, А.М. Файрушин, А.С. Токарев. Металловедение и термическая обработка металлов.– 2018. – 70 с.

3. Аргоновая сварка – особенности и правила применения. [Электронный ресурс]. – UPL: https://osvarka.com.

4. Сварка плавящимся электродом. [Электронный ресурс]. – UPL: https://bstudy.net/685818/tehnika/svarka_plavyaschimsya_elektrodom

5. Лащенко Г. И. Технологические особенности дуговой сварки в углекислом газе с вибронагружением / Свариваемость и технология сварки конструкционных сталей и чугунов. – К.: ИЭС им. Е. О. Патона. – 1985. – 104 с.

6. Мрыка Е.Л. Устранение остаточных напряжений с помощью нагружения и вибрации / Сб. науч. статей: Современные проблемы сварки и специальной электрометаллургии. — К.: Наукова думка. – 1980. – 84 с.

Применение нелокального критерия разрушения к процессам обработки материалов давлением при наличии поверхностей с высокими удельными силами трения

Морозов М.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Лямина Е.А.
МАИ, Москва
michaelmor9791@gmail.com

В ходе процессов обработки металлов давлением можно выделить несколько характерных видов разрушения: на свободной поверхности, на оси симметрии, вблизи поверхности трения. Последний более прочих вызывает интерес, поскольку процесс деформирования материала в тонком слое вблизи поверхностей трения кардинально отличается от процесса деформирования в объеме. В свою очередь, это приводит к сильной неоднородности свойств вблизи таких поверхностей [1]. Применение универсального подхода к анализу процессов вблизи поверхностей трения не позволяет предсказать качественное поведение материала. Следовательно, необходимо ввести подход, учитывающий уникальные особенности поведения материала в данных условиях. Подобная проблема уже была решена в механике трещин, где для описания напряжений на конце трещины вводится коэффициент интенсивности [2]. В данной работе предлагается нелокальный критерий разрушения для предсказания начала разрушения на поверхности контакта. Теоретическое обоснование базируется на концепции коэффициента интенсивности скорости деформации с использованием модели идеально жесткопластического материала и модели поврежденности, основанной на использовании диаграммы пластичности [3].

В результате анализа рассмотрен обобщенный критерий разрушения. Функция, зависящая от трехосности напряженного состояния, является эмпирической и определяется экспериментальным образом для конкретных материалов. Величина, от которой она зависит, находится исходя из напряженно-деформированного состояния вблизи поверхности трения. Получены зависимости обобщенного критерия от расстояния до материала на поверхности контакта.

В настоящее время отсутствуют экспериментальные данные, позволяющие определить вид эмпирической функции. Выйти из положения позволяет анализ поведения зависимости обобщенного критерия от эмпирической функции, определяемой напряженно-деформируемым состоянием вблизи поверхности трения. Пересечение кривых соответствует параметрам процесса, при котором наступает разрушение.

Список литературы:

1. Aukrust T., LaZghab S. Thin shear boundary layers in flow of hot aluminium // Int. J. Plast. 2000. V. 16. № 1. P. 59-71.

2. Слепян Л.И. Механика трещин. Л.: Судостроение, 1990. 296 с.

3. Александров С.Е., Лямина Е.А. Предсказание разрушения вблизи поверхностей трения в процессах обработки металлов давлением // ПМТФ. 2006. Т. 47. № 5. С. 169-174.

Определение изменения состава и свойств сплава ВТ6 при ударном лазерном упрочнении

Мухамадеев И.М., Муратаев Т.А., Загидуллин А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Муратаев Ф.И.
КНИТУ-КАИ, Казань
ilshatv09@yandex.ru

В процессе эксплуатации отдельные элементы ГТД: пазы дисков, замки и бандажные полки рабочих лопаток компрессора из титановых сплавов помимо сложных условий нагружения [1, 2] подвергаются интенсивному изнашиванию. Для предотвращения этого процесса могут использоваться лазерные технологии, обеспечивающие заметное повышение поверхностной твердости и износостойкости [3-5] упомянутых деталей КВД и КНД.

В качестве источников упрочнения в работе использовались лазерный комплекс «FMark-20 RL» и модуль импульсной лазерной наплавки на базе волоконного генератора «ЛС-10» [4, 6].

В результате импульсного ударного упрочнения на поверхности формируется литая структура, а в подложке микроструктура представлена α дендритами и высокодисперсной или игольчатой αп — превращенной фазами. Она фиксируется с помощью сканирующего электронного микроскопа «Auriga Cross Beam» [5] с программным обеспечением «Smart Sem». В результате изменяется микротвёрдость (HV100, МПа) сплава ВТ6 в зонах лазерного воздействия (ЗЛВ – от поверхности в глубину) и степень его упрочнения относительно участков подложки до 167%, что соответствует ~ HRC65 при режимах лазерного генератора: скорость обработки V=20, мм/сек, число проходов n=20, средняя мощность N=20 (100%), f=21500 Гц, размер лазерного пятна d=40 мкм.

Анализ структуры ЗЛВ показывает, что она состоит из зон: термического влияния (ЗТВ), оплавления (ЗО) и кратера. Имеет участки непосредственного взаимодействия с внешней средой, т.е. кратер («плато») с литой неоднородной структурой металла и изолированного от взаимодействия участка литой структуры включая фрагмент с частичным оплавлением. На этом участке над основным сплавом ВТ6 твердость несколько увеличивается. Геометрические параметры ЗЛВ и особенно ЗО в титановых сплавах сильно зависят от режимов лазерной обработки. При сочетании больших величин теплового вложения высококонцентрированной энергии и особенностей теплофизических свойств титана возможны случаи негативного результата. Т.е. при значительных градиентах температуры, давление испаряющихся паров титана приводит к выдавливанию части жидкого металла, способствуя увеличению проплавляющей способности лазерного луча.

Список литературы:

1. Муратаев Ф.И., Муратаев А.Ф. Исследование повреждаемости металла дисков компрессора ГТУ // ISSN 2078-6255. Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2016 №4. С. 31-35.
2. Муратаев Ф.И., Хакимов С.Ш. Обоснование соотношений микроструктуры и свойств титановых сплавов для задач прогнозирования сопротивления усталости. // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2014 №4. С. 110-114.
3. Клабуков М.А., Данилов Е.В. Обоснование состава материалов и технологий рабочих поверхностей микрохирургического инструмента // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева, 2019. №2. С. 66-73.
4. Муратаев Ф.И., Клабуков М.А. Особенности лазерного ударного упрочнения сталей и титановых сплавов // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2012 №4. С. 82-84.
5. F I Murataev et al Ranking materials technologies by limiting characteristics of heat-resistant alloys and their longevity in the problems of import substitution 2019 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.570 012070.
6. Муратаев Ф.И., Махмутянов А.Н., Муратаев Т.А. Превращения титановых сплавов в лазерном пятне при ударном упрочнении // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2020 №2.

Анализ современных схем нагружения для исследования области сверхмногоцикловой усталости

Налётов А.Е.
Научный руководитель — к.т.н. Никитин А.Д.
МАИ, Москва
nalyotovandrey@rambler.ru

С развитием современной техники и технологий, многие ответственные элементы инженерных конструкций, такие как детали двигателей скоростных поездов, диски и лопатки авиационных газотурбинных установок, подвержены высокочастотному нагружению. Применительно к авиационной технике, частоты нагружения могут достигать нескольких килогерц, что приводит к наработкам порядка 10^8 – 10^10 циклов высокочастотного нагружения. Подобный режим усталостного нагружения известен в научной литературе как область сверхмногоцикловой усталости (СВМУ). Режим СВМУ принципиально отличается от известных областей малоцикловой и многоцикловой усталости (МЦУ и МНЦУ соответственно) своим подповерхностным механизмом зарождения усталостных трещин. Более того, экспериментально было показано, что различные материалы имеют различную восприимчивость к подобному режиму нагружения. Так, для некоторых конструкционных сталей, различие в пределах выносливости на базах испытаний ⟦ 10⟧ ^6 и ⟦ 10⟧ ^9 циклов может достигать 30 процентов [1]. Таким образом, использование классических критериев оценки циклической прочности для таких материалов представляется затруднительным.

Современный подход к моделированию усталостных характеристик в подобных режимах нагружения основан на полуэмпирическом методе, когда основные параметры критерия СВМУ разрушения определяются из одноосных экспериментов и верифицируются на сложных схемах СВМУ нагружения, таких как кручение, изгиб или более сложных. В литературе известны методы проведения испытаний на трехточечный изгиб конструкционных материалов с применением установки СВМУ нагружения. Принципиальной особенностью подобных исследований является выбор и оптимизация образцов согласно концепту сверхмногоциклового нагружения. При этом в образце устанавливается стоячая волна с узлами смещений в рабочей части.

В настоящей работе проводится численное моделирование геометрии образцов и оптимизации их основных параметров для проведения усталостных испытаний на двухмерный изгиб для авиационных титановых и алюминиевых сплавов. Приводится анализ полей напряжений, возникающих в рабочих зонах образцов, а также делается вывод о возможности реализации новой авторской схемы СВМУ нагружения на практике.

Формулировка соотношений для определения действующих касательных напряжений и скоростей сдвигов в терминах разгруженной решеточной конфигурации

Окатьев Р.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Трусов П.В.
ПНИПУ, Пермь
okatjevrs@gmail.com

В настоящее время многоуровневое моделирование представляется одним из наиболее эффективных инструментов, позволяющих детально описывать поведение материалов, испытывающих интенсивные пластические деформации. В работе рассматривается модификация двухуровневой модели для описания деформирования моно- и поликристаллических материалов, основанной на физических теориях пластичности. Макроуровень соответствует представительному макрообъему, на мезоуровне рассматривается деформирование отдельных кристаллитов.

При решении нелинейных задач важным является вопрос о разложении движения на квазитвердое и деформационное. Используется разложение движения, предложенное в работе [1]. Градиент деформации представляется в виде мультипликативного разложения на упругую (упругие искажения кристаллической решетки), ротационную (поворот кристаллической решетки как жесткого целого) и пластическую составляющие. Для привязки к симметрийным свойствам материала в недеформированной конфигурации вводится декартова кристаллографическая система координат (КСК), связанная с кристаллографическими направлениями в кристаллической решетке. Вместе с КСК вводится жесткая декартова подвижная система координат (ПСК), совпадающая с КСК в начальный момент времени и связанная с ней в течение процесса деформирования. Привязку ПСК к КСК можно осуществлять различными способами. При этом оказывается, что результаты моделирования зависят от выбора этой связи [2, 3].

Для избавления от такой зависимости предлагается переформулировать соотношения мезоуровня для определения действующих касательных напряжений и скоростей сдвигов по системам скольжения в терминах разгруженной решеточной конфигурации, которая получается из актуальной снятием упругих деформаций решетки. В качестве исходного соотношения предлагается использовать физически корректный закон Шмида, определенный в терминах актуальной конфигурации. Выводятся соотношения, связывающие действующие касательные напряжения в текущей конфигурации с касательными напряжениями, определенными по второму тензору напряжений Пиолы-Кирхгоффа и тензору напряжений Манделя. Соотношение для скоростей сдвигов по системам скольжения принимается в виде, аналогичном используемому в терминах актуальной конфигурации.

Полученные соотношения встраиваются в модель мезоуровня. Проводятся расчеты НДС при сложном нагружении. Показано, что введенные модифицированные соотношения позволяют устранить зависимость результатов моделирования от типа привязки ПСК к КСК.

Список литературы:

1. П. В. Трусов, А. И. Швейкин, А. Ю. Янц. О разложении движения, независимых от выбора системы отсчета производных и определяющих соотношениях при больших градиентах перемещений: взгляд с позиций многоуровневого моделирования // Физическая мезомеханика, 2016. – Т. 19, Вып. 2. – С. 47-65.

2. П. В. Трусов, А. И. Швейкин. Многоуровневые модели моно- и поликристаллических материалов: теория, алгоритмы, примеры применения /П. В. Трусов, А. И. Швейкин. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2019. – 605 с.

3. A.I. Shveykin, P.V. Trusov. Multilevel models of polycrystalline metals: comparison of relations describing the crystallite lattice rotations // Nanoscience and Technology: An International Journal, 2019. – V. 10, №1. – Pp. 1-20.

Молекулярно-динамическое исследование спекания диоскида урана

Орлова Ю.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Колотова Л.Н.
МФТИ, Долгопрудный
orlova.yu@phystech.edu

Диоксид урана представляет большой технологический интерес благодаря его использованию в качестве ядерного топлива в энергетических реакторах. В технологической схеме получения таблеток оксидного ядерного топлива одним из основных следует считать процесс спекания. Несмотря на то, что спекание UO2 широко осуществляется в промышленном масштабе, многие стороны этого процесса остаются ещё не выясненными в достаточной степени.

С помощью метода молекулярной динамики мы исследуем процесс зарастания пор при спекании UO2, в частности влияние межзеренной границы на скорость данного процесса. Расчеты проводятся в условиях nve ансамбля, при заданном потенциале [1], для устранения поверхностных эффектов используются периодические граничные условия. Нами были оценены коэффициенты поверхностной и зернограничной диффузии урана. Измерена скорость зарастания пор для различных кристаллографических ориентаций, проведена оценка вклада межзеренной границы в данный процесс. Исследовано влияние размера частиц на скорость спекания. Результаты работы были сопоставлены с теоретическими моделями, представленными в [2]. Все расчеты проведены с использованием пакета LAMMPS [3].

Список литературы:

1. Поташников С. И. и др. Молекулярно-динамическое восстановление межчастичных потенциалов в диоксиде урана по тепловому расширению //Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2007. – №. 8. – С. 43-52.

2. Rahaman M. N. Ceramic processing and sintering. – CRC press, 2017.

3. Plimpton S. Fast parallel algorithms for short-range molecular dynamics //Journal of computational physics. – 1995. – Т. 117. – №. 1. – С. 1-19.

Многоуровневая модель для описания мартенситного перехода в сталях при термомеханическом воздействии

Подседерцев А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Кондратьев Н.С.
ПНИПУ, Пермь
stevenmoore@ya.ru

В настоящее время термомеханическая обработка широко применяется в промышленности для обработки сталей, что ведет к изменению физико-механических свойств. Улучшение физико-механических свойств достигается за счет изменения состояния зеренной и дефектной структуры различных масштабных уровней [1]. Многочисленные экспериментальные исследования показывают, что фазовые превращения являются основной причиной изменения физико-механических характеристик сталей, обеспечивая их широкое использование [2]. Экспериментальное исследование данного явления с целью получения материалов с улучшенными характеристиками ресурсоемким, поэтому актуальной является задача построения моделей, описывающих эволюцию структуры материала при термомеханической обработке с учетом твердотельных фазовых превращений. В работе рассматривается фазовое превращение аустенита в мартенсит. Мартенситная фаза обладает наиболее высокой твердостью в сравнение с другими структурными составляющими сплава, низкой пластичностью, и повышенной хрупкостью. Появление более твердой мартенситной фазы повышает прочностные характеристики сплава, а остаточный аустенит предотвращает разрушения при небольших деформациях.

Целью работы является определение напряженно–деформированного состояния и фазового состава представительного объема макроуровня в зависимости от нагрузок. В работе используется двухуровневый подход к описанию неупругого деформирования, основанный на физических теориях пластичности. При построении описания эволюции внутренней структуры материалов явным образом включаются внутренние переменные в структуру соотношений, отражающих состояние и изменение микроструктуры, и эволюционных уравнений для них.

Рассматривается представительный объем макроуровня, в котором под действием нагрузок и при изменении температуры происходит мартенситный переход. Объем макроуровня представляет собой совокупность элементов мезоуровня – отдельных зерен с определенной ориентацией относительно лабораторной системы координат. На мезоуровне выделяются следующие механизмы неупругого деформирования: пластическое деформирование за счет сдвига по кристаллографическим системам скольжения и деформирование за счет протекающих в материале фазовых превращений. Модель мезоуровня включает в себя конститутивные соотношения физической теории пластичности с учетом фазовых превращений, кинематические соотношения для меры деформации, а также эволюционные уравнения для доли фаз, сдвигов по СС и критических напряжений.

Был проведен численный эксперимент для стали 08Х18Н10 (AISI 304). Стали такого класса обладают повышенной прочностью и, одновременно, пластичностью, что дает им преимущество в процессе формования. Их особенность объясняется связью движения дислокаций и мартенситных фазовых переходов при помощи внутренних напряжений. Численный эксперимент проводился на растяжение стали при температуре –60°С. При данной температуре известно, что этот сплав дает большое количество индуцированного деформацией мартенсита Построена зависимость интенсивности напряжений от интенсивности накопленных деформаций. Получено удовлетворительное соответствие расчетных и экспериментальных данных [3]. Доля мартенситной фазы, была сопоставлена с экспериментальными данными. Построена зависимость доли мартенсита от интенсивности накопленных деформаций. В связи большими скоростями образования мартенсита наблюдается линейный характер роста мартенсита, который коррелирует с экспериментом.

Список литературы:

1. Hua D. et al. Microstructures and mechanical properties of Fe-Mn-(Al, Si) TRIP/TWIP steels //International Journal of Iron and Steel Research. – 2006. – V. 13. – №. 6. – pp. 66-70.

2. Grässel O. et al. High strength Fe–Mn–(Al, Si) TRIP/TWIP steels development—properties—application //International Journal of plasticity. – 2000. – V. 16. – №. 10-11. – pp. 1391-1409.

3. Petit B. et al. Deformation behavior and microstructure/texture evolution of an annealed 304 AISI stainless steel sheet. Experimental and micromechanical modeling //International journal of plasticity. – 2007. – V. 23. – №. 2. – pp. 323-341.

Адгезионный контакт смоченных поверхностей упругих тел

Рогожева А.М.
Научный руководитель — академик, д.ф-м.н. Горячева И.Г.
МФТИ, Москва
Rogozheva.AM@phystech.edu

Сила адгезионного притяжения поверхностей, покрытых пленками жидкости, складывается из нескольких составляющих, из которых можно выделить капиллярное давление в менисках (жидких «мостиках», стягивающих поверхности) и силы ван-дер-ваальсового межмолекулярного притяжения. Обычно влияние на контактные характеристики для упругих тел исследуется отдельно для капиллярных и межмолекулярных сил. В настоящей работе моделируется эффект одновременного действия этих сил на характеристики осесимметричного упругого контакта.

Рассматривается взаимодействие выступа параболической формы с упругим полупространством. Поверхности разделены мениском жидкости, находящимся в

термодинамическом равновесии с окружающей атмосферой. Учтены две составляющих силы капиллярного притяжения между выступом и полупространством: сила, связанная с поверхностным натяжением пленки жидкости на внешней границе мениска, и сила, вызванная действием лапласовского давления в жидкости. Между поверхностями действует также сила адгезионного притяжения, обусловленная межмолекулярным ван-дер-ваальсовым взаимодействием. Молекулярное притяжение поверхностей твердых тел через водную среду моделируется потенциалом Леннард-Джонса, который учитывает, как притяжение поверхностей при относительно большой толщине разделяющего их слоя жидкости, так и их отталкивание при малой толщине слоя.

Для описания упругих свойств взаимодействующих тел в адгезионном контакте используется приближение Дерягина-Муллера-Топорова (ДМТ), согласно которому адгезионные силы не влияют на напряженно-деформированное состояние взаимодействующих тел. Это приближение применимо для достаточно жестких тел, имеющих относительно малые радиусы кривизны контактирующих поверхностей.

В результате получены соотношения, позволяющие исследовать зависимости силы адгезионного притяжения между поверхностями и размера образующегося мениска от расстояния между поверхностями при различных значениях относительной влажности окружающего воздуха, поверхностных свойств взаимодействующих тел (в частности, угла смачивания жидкостью твердых поверхностей), их геометрических и механических характеристик. Показано, в частности, что сила адгезии возрастает при увеличении относительной влажности воздуха.

Полученные результаты могут применяться для моделирования взаимодействия зонда атомно-силового микроскопа с образцом во влажной атмосфере, а также для описания контактного взаимодействия шероховатых поверхностей, покрытых пленками жидкости.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 20-01-00400 а).

Определение параметра поврежденности по экспериментальным кривым высокотемпературной ползучести

Саитова Р.Р.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Арутюнян А.Р.
СПбГУ, Санкт-Петербург
rigastr@yandex.ru

Рассматривается проблема ползучести и длительной прочности металлических материалов и сплавов. Под действием относительно низких напряжений и высоких температур металлические материалы становятся хрупкими и разрушаются с небольшой величиной остаточных деформаций. Эта проблема известна как проблема тепловой хрупкости металлов. Поскольку данный эффект наблюдается в элементах многих важных инженерных объектов, проблема хрупких разрушений стала предметом многочисленных теоретических и экспериментальных исследований. Для решения этой проблемы в механике материалов была введена концепция поврежденности. Для описания хрупкой области экспериментальной кривой долговременной прочности была предложена система простых кинетических уравнений для параметра поврежденности и деформации ползучести, а также был сформулирован критерий длительной прочности. В работах Л.М. Качанова [1], Ю.Н. Работнова [2] и Р.А. Арутюняна [3] для решения данной проблемы рассматривается система кинетических уравнений для параметра поврежденности и деформации ползучести. В данной работе предлагается определять изменения параметра поврежденности по экспериментальным кривым высокотемпературной ползучести. При этом формулируется только одно кинетическое уравнение для скорости ползучести для случая сжимаемой среды. Параметр поврежденности определяется из рассматриваемого кинетического уравнения и зависит от скорости ползучести и деформации ползучести. Аналогичным образом изменение параметра поврежденности определяется по решению Работнова. Для описания

экспериментальных кривых ползучести используются различные эмпирические зависимости в виде степенных, экспоненциальных и смешанных функций. Получены критерии длительной прочности при условии достижения параметра поврежденности критической величины. Для случая сжимаемой среды наблюдается более интенсивное накопление поврежденности и, соответственно, процессов разрушения, по сравнению с решением Работнова.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант N 18-01-00146).

Список литературы:

1. Качанов Л.М. О времени разрушения в условиях ползучести // Изв. АН СССР. ОТН. 1958. № 8. С. 26-31.

2. Работнов Ю.Н. О механизме длительного разрушения // Вопросы прочности материалов и конструкций. М.: Изд-во АН СССР. 1959. С. 5-7.

3. Арутюнян Р.А. Проблема деформационного старения и длительного разрушения в механике материалов. СПб.: Изд-во СПбГУ. 2004. 252 с.

Моделирование влияния размера наночастиц никеля на формирование композита никель-графен

Сафина Л.Р.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Баимова Ю.А.
БашГУ, Уфа
saflia@mail.ru

Введение. Композиты на основе полиморфов углерода и наночастиц металлов имеют малый вес, высокую жесткость и превосходные механические свойства, которые могут играть важную роль для разработки различных современных материалов [1]. Один из вариантов углеродных структур, подходящих для заполнения наночастицами металлов, является скомканный графен, который в последнее время активно исследуется в энергетике и других применениях [2]. Такая структура представляет собой пористый материал, состоящий из смятых, скомканных листов графена разного размера, соединенных между собой силами Ван-дер-Ваальса. Выбор наночастиц Ni в качестве наполнителя для скомканного графена является довольно очевидным, поскольку структуры никель-графен рассматриваются в качестве перспективных материалов и их взаимодействие хорошо исследовано.

Целью настоящей работы является изучение методом молекулярной динамики влияния размера наночастиц Ni на формирование композита, оценка деформационного поведения и структурных изменений композита графен-никель. Моделирование проводится с использованием широко известного потенциала Морзе. Для того, чтобы сформировать композит, прикладывается гидростатическое сжатие до максимально возможных плотностей при повышенных температурах. Чтобы оценить прочность и механические свойства полученных композитов проводится испытание на гидростатическое растяжение.

Методы. Рассматриваются наночастицы Ni разного размера, состоящие из 21, 47 и 78 атомов. Все наночастицы Ni обернуты чешуйкой графена, вырезанной из малой углеродной нанотрубки. Трехмерная структура создавалась повторением 4×4×4 структурных единиц вдоль направлений x, y и z соответственно. Во всех случаях использовались периодические граничные условия вдоль направлений x, y и z.

К начальной структуре прикладывается гидростатическое сжатие до максимально до максимально возможных плотностей. Гидростатическое сжатие можно проводить при нулевой или комнатной температуре, но для облегчения образования новых связей сжатие начальной структуры проводят при 1500 K. Новые ковалентные связи появятся из-за тепловых колебаний. Чтобы оценить прочность полученного композита, следующим этапом проведено испытание материала на гидростатическое растяжение.

Численные эксперименты проводились в свободно распространяемом пакете молекулярно-динамического (МД) моделирования LAMMPS. Одним из простых и при этом эффективных потенциалов межатомного взаимодействия является потенциал Морзе. Он

широко применяется в моделировании различных материалов и соединений. Для описания взаимодействия атомов Ni-Ni были выбраны параметры, предложенные в работе [3]: De = 0.4205 eV, β = 1.4199 1/Å и Re = 2.78 Å. Взаимодействия атомов Ni-C описывались параметрами: De = 0.433 eV, β = 3.244 1/Å и Re = 2.316 Å, полученными методом ab-initio и предложенные в [4]. Модель с потенциалом Морзе позволяет получать реалистичные (наблюдаемые в эксперименте) равновесные формы структур. Взаимодействие между атомами углерода описывается потенциалом AIREBO.

Результаты. Для композита с наночастицами Ni21 атомы Ni свободно распространяются внутри пор и не замедляют взаимодействие между отдельными графеновыми чешуйками, что приводит к образованию композитной структуры. Промежуточный случай Ni47 демонстрирует такое же механическое поведение, но при растяжении можно наблюдать гораздо больше пор ε = 0,6. Таким образом, для получения хорошего композита лучше выбирать небольшие наночастицы, которые будут лучше распределяться в структуре.

Выводы. Методом молекулярной динамики изучено формирование композита на основе чешуек графена и наночастиц Ni разного размера. Композитная структура была получена гидростатическим сжатием при высоких температурах 1500 K, которые позволяют расплавить наночастицы Ni и образование в графене ковалентных связей. Основным рассматриваемым фактором является размер наночастиц внутри пор смятого графена. Для структур с большими наночастицами (Ni78) чешуйка графена полностью покрывает металлическую наночастицу, что приводит к гораздо большим трудностям в образовании химических связей между соседними чешуйками, чем для структуры с наименьшим числом наночастиц (Ni21). Небольшие наночастицы растекаются по смятым порам графена, что приводит к лучшему перемешиванию структурных элементов.

Список литературы:

1. Neubauer E., Kitzmantel M., Hulman M., et al. Potential and challenges of metal-matrix-composites reinforced with carbon nanofibers and carbon nanotubes. Compos. Sci. Technol., 2010, 70, 2228–2236.

2. Zhang L., Zhang F., Yang X., Long G., Wu Y, et al. Porous 3D graphene-based bulk materials with exceptional high surface area and excellent conductivity for supercapacitors. Sci. Rep., 2013, 3, 1408.

3. Girifalco L. A., Weizer V. G. Application of the Morse potential function to cubic metals Physical Review, 1959, 114, 687-690.

4. Stuart S.J., Tutein A.B., Harrison J.A. A reactive potential for hydrocarbons with intermolecular interactions. J. Chem. Phys., 2000, 112, 6472-6486.

Развитие повреждаемости материала при циклическом нагружении

Стратула Б.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Никитин И.С.
МАИ, Москва
stratula@matway.net

В настоящее время принято для оценки усталостной долговечности прибегать к критериям и моделям усталостного разрушения, которые позволяют оценить число циклов до, обычно, зарождения трещины.

Как правило, после зарождения трещины при циклическом нагружении время жизни детали крайне мало. Однако, бывают ситуации, когда вследствие нетривиальной формы детали либо ещё каких-то особенностей трещина, зародившись, испытывает трудности в продвижении. Для изучения таких вариантов необходимо не только оценивать жизнь детали до зарождения трещины, но и моделировать её последующий рост.

Мы в своей работе предлагаем охватить как зарождение трещины, так и её продвижение. Для осуществления этого мы используем модель повреждаемости материала, разработанную Лемэтром и Шабошем [1]. Данная модель предполагает, что каждый элементарный объём материала обладает параметром, называемым повреждаемость. Начинаясь от 0, когда механические свойства объёма идентичны исходному материалы, он со временем, будучи

подвергнут разнообразным нагружениям, растёт и в конечном итоге достигает 1, когда его механические свойства обнуляются. С этого момента данный элементарный объём можно исключить из тела, что равнозначно трещине на его месте.

Для оценки работоспособности такого метода применительно к задачам циклического разрушения была разработана собственная модель, использующая идеологию исходной и модификации из статьи Марми и др. [2], учитывающая циклическую природу нагружения. Для численной симуляции был использован ANSYS и написанная для него подпрограмма, использующая нашу модель.

Список литературы:

1. Lemaitre Jean, Chaboche Jean-Louis. Mechanics of solid materials. New ed. Cambridge University Press; 1994.

2. A.K. Marmi, A.M. Habraken, L. Duchene. Multiaxial fatigue damage modelling at macro scale of Ti–6Al–4V alloy. International Journal of Fatigue,V. 31, 2009, Pp 2031-40.

Влияние термообработки на размеры зерна в цинковом образце

Сычев А.С.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Ченцов А.В.
МАИ, Москва
sasa300498@yandex.ru

Термообработка цинка и его сплавов требуется для придания особых свойств конечному изделию. В данном случае термообработкой регулируем размеры зерна. Целью работы является поиск особого температурного режима для достижения требуемого размера зерна в микроструктуре образца.

На размеры зерна влияют такие параметры как степень предварительной деформации и температура обработки.

Считается что цинк проявляет пластические свойства в интервале от 100 до 150. Дальнейший нагрев возвращает хрупкие свойства материалу. Однако судя по кривым деформации, пластические свойства проявляются и при более низких температурах. Эта перемена свойств происходит из-за рекристаллизации – процесса роста новых зерен за счет старых. В ходе эксперимента сначала проведен равномерный нагрев для снятия напряжений, внесенных при изготовлении, а также для изменения начального размера зерен, затем резкое охлаждение для фиксации зерен. Затем произведено одноосное растяжение для построения графиков пластических деформаций для дальнейшего анализа и сравнения. Растяжение проводилось как до полного разрушения, так и до внесения определенной деформации. Образцы второго типа нагружения после подверглись повторной термообработке и полному разрыву для анализа влияния предварительных деформаций на размеры зерен и свойства материала.

Результаты показали, что данный метод термообработки действительно позволяет регулировать размеры зерна для дальнейшего анализа. А повторно обработанные образцы частично восстановили пластические свойства.

Список литературы:

1. Кудрявцев И.В. (1967) Материалы в машиностроении. Выбор и применение. Москва. Изд-во Машиностроение 1967 Т. 1. С. 263.

Отбортовка отверстий в трубных заготовка с помощью центробежных сил

Тихомолов А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Васильева А.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
antontix666@mail.ru

В условиях современного рынка, применение технологий изготовления деталей, позволяющих существенно экономить энергозатраты, стоимость материала а также дорогостоящего оборудования является одним из приоритетных направлений.

Обработка материалов давлением является распространенным методом получения заготовок различной конфигурации и назначения, и обладает рядом преимуществ перед другими способами изготовления. В частности, позволяет существенно улучшить механические и эксплуатационные характеристики полученных деталей, не требует затрат на дополнительную обработку деталей, существенно экономит расход материала, позволяет получать точные и качественные детали.

Однако, как и во всяком заготовительном производстве, для изготовления деталей методами давления, требуется применение дорогостоящего оборудования, а именно, кузнечно – прессового оборудования, и специальной штамповой оснастки. Поэтому развитие новых способов и технологических процессов изготовления деталей, позволяющих значительно экономить на оборудовании, материале и трудозатратах, при сохранении качества, полученных деталей, является одним из перспективных направлений.

В докладе представлен метод получения отбортованных отверстий в трубных заготовках, который не требует применение специального кузнечно-прессового оборудования и дорогостоящей штамповой оснастки, и может быть технически реализован в специальном приспособлении, установленном на устройстве или станке, способном передавать вращательное движение этому приспособлению с установленной трубной заготовкой.

В приспособление в виде цилиндрической обоймы-матрицы устанавливается трубная заготовка. Она центрируется на пуансодержателе, в который установлен пуансон с полиуретановой подушкой для пробивки и отбортовки отверстия. Приспособление устанавливается в устройство, способное передать вращательное движение, например, патрон токарного станка.

Под действием центробежной силы пуансон выполняет технологическую операцию пробивки и отбортовки отверстия.

В ходе работы был выполнен расчет основных технологических параметров процесса, в частности, определены центробежные усилия, необходимые для выполнения пробивки и обортовки отверстия, рассчитано необходимое число оборотов, выполнены расчеты элементов конструкции приспособления.

Применение метода Сен-Венана-Пикара-Банаха для определения НДС полосы из композиционного материала

Томашевский А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Зверяев Е.М.
ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, Москва
al.tomashevsky@gmail.com

В работе рассматривается аналитическое решение задачи по поиску НДС полосы из композиционного материала. Для построения решения данной задачи воспользуемся итерационным методом Сен-Венана-Пикара-Банаха. Часть неизвестных задается в качестве величин начального приближения, а по ним вычисляются остальные неизвестные. По последним можно вычислить ранее заданные в первом приближении. Итерационный процесс может быть продолжен. Асимптотическая сходимость метода по малой относительной толщине имеет место в силу известной теоремы Банаха о неподвижной точке.

При построении решения использовались уравнения плоской задачи теории упругости, а также соотношения упругости. Решение строится в двумерных координатах (x, z).

Далее данные уравнения приводятся к безразмерному виду. Порядок постановки уравнений таков, что при заданных величинах начального приближения, вычисленные неизвестные из первого уравнения подставляются во второе уравнение, из второго в третье и так далее. Используемые в работе начальные приближения, выбраны наиболее похожими на гипотезы Кирхгофа, это позволяет получить уравнения изгиба близкими к классическим. Последовательно проинтегрировав неизвестные по x, мы получим решение: систему уравнений, где в левой части имеются основные компоненты НДС.

В рассматриваемом случае слоистой среды напряжение может претерпевать разрывы, вызванные коэффициентами жесткости. Подставив напряжение в уравнение равновесия, проинтегрировав по z мы получаем непрерывное по данной координате напряжение. Также величина ε(z) может иметь допустимые разрывы в связи с разрывами коэффициентов жесткости.

Была построена полоса, моделирующая балку из композиционного материала, получено решение для задачи по поиску НДС, для медленно меняющихся неизвестных. Полоса имеет ширину 200 мм и толщину 2 мм, и состоит из нескольких слоев с разными углами укладки. Используемый материал – HexPly/34%/UD268/IMA-12K. Также проведено сравнение метода определения НДС полосы с использованием обобщенного закона Гука и метода Сен-Венана-Пикара-Банаха. Сравнение основывается на численном эксперименте в среде MAPLE. Полученные численные результаты по обоим методам оказались практически идентичны.

Список литературы:

1. Ляв А. Математическая теория упругости / А. Ляв; под. ред. Н.И. Февралев; пер. с англ. Б.В. Булгаков, В.Я. Натанзон. – М.-Ленинград: ОНТИ, 1935. – 672 с.

2. Зверяев Е.М. Сведение трехмерных уравнений НДС пластины из композиционного материала к двумерным на базе принципа сжатых отображений / Е.М. Зверяев, Л.В. Олехова // Препринт, ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. – 2014. — №95. — 30 с.

3. Томашевский А.С., Мартиросов М.И. Выбор критерия прочности для элементов конструкции из полимерных композиционных материалов гражданского самолёта / М.И. Мартиросов, А.С. Томашевский // Сборник тезисов докладов XLIV Международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения». – 2018. — Том 1. – С. 81.

4. Мартиросов М.И., Томашевский А.С. Определение механических характеристик композитного пакета, собранного из монослоев (теория и эксперимент) // Материалы XXV Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова. – М.: МАИ, — 2019. — Том.1. — С. 147.

Элементарные акты пластической деформации как основы усталостного разрушения в области сверхмногоцикловой усталости

Торчик М.В.
Научный руководитель — к.т.н. Никитин А.Д.
МАИ, Москва
mari.torchick@yandex.ru

В современном представлении об усталости материалов принято выделять несколько режимов нагружения: малоцикловая усталость, многоцикловая усталость и сверхмногоцкиловая усталость. Кроме различий в типичных базах испытаний, эти режимы могут быть идентифицированы по механизмам зарождения и развития усталостных трещин. В области малоцикловой усталости (МЦУ) характерным является зарождение нескольких поверхностных трещин и их одновременное развитие, в области многоцикловой усталости (МНЦУ) происходит зарождение и развитие одной поверхностной трещины, в то время как в области сверхмногоцикловой усталости (СВМУ), происходит подповерхностное зарождение одной трещины с последующей стадией подповерхностного роста. Эти особенности в развитии усталостной повреждаемости связаны с различными уровнями пластической

деформации. Так, для малоцикловой усталости характерна макроскопическая пластичность, хорошо наблюдаемая в эксперименте как раскрытая петля механического гистерезиса. В этом случае всё поперечное сечение образца переходит в состояние пластического течения, а энергия деформирования достаточна, для зарождения и поддержания одновременного роста нескольких трещин. При многоцикловом нагружении происходит накопление усталостной повреждаемости в пределах, так называемых, полос скольжения с образованием экструзий и интрузий. Эти накопленные повреждения материала обуславливают зарождение поверхностных трещин.

Тонкие наблюдения за поверхностью образца, нагружаемого в области МНЦУ, позволяют установить, что в зависимости от уровня внешнего нагружения одновременно могут активироваться различное количество систем скольжения, присущие материалам с заданной кристаллической структурой. В области сверхмногоцикловой усталости возможность наблюдать процесс накопления усталостной повреждаемости представляется весьма затруднительным. Тем не менее, на основании анализа результатов испытаний при многоцикловой усталости, можно сделать предположение, что в области сверхмногоцикловой усталости в процессе накопления циклической повреждаемости должно быть задействовано минимальное количество систем скольжения (одна или максимум две). На основании работ А. Шанявского [1] принимается гипотеза о мультимасштабности процесса накопления усталостной повреждаемости и принятии двух базовых механизмов: скольжение и поворот, в качестве основных механизмов, реализуемых в области сверхмногоцикловой усталости.

В настоящей работе проводится анализ элементарных актов пластической деформации, оценка их энергоемкости и предпринимается попытка установить связь между внешними нагрузками и управляющими параметрами элементарных актов пластической деформации при СВМУ.

Список литературы:

1. Шанявский А. А. Модели зарождения и развития усталостного разрушения под поверхностью металлов // Научный вестник МГТУ ГА №179, 2012. С. 32-44.

Анизотропия предела текучести материалов с аксиальной текстурой

Удовенко Ю.П., Ерисов Я.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ерисов Я.А.
Самарский университет, Самара
udovenko-1998@mail.ru

Введение. Одной из специфических характеристик, присущей большинству реальных материалов, является анизотропия их свойств, обусловленная кристаллическим строением вещества и последующим его текстурообразованием при больших пластических деформациях. Одноосная деформация, которая имеет место в таких процессах обработки давлением как осадка, волочение, протяжка, прокатка прутков и прессование приводит к образованию аксиальной текстуры. Аксиальная текстура описывается кристаллографическим направлением зерна <hkl>, совпадающим с направлением длины полуфабриката. При одноосной деформации ГЦК-металлов, как правило, образуется двухкомпонентная текстура, состоящая из кристаллографических ориентировок <111> и <100>, объёмная доля которых зависит от энергии дефекта упаковки и деформационных условий.

Математическая модель. Для определения анизотропии предела текучести материала с аксиальной текстурой, ось которой совпадает с осью 3, воспользуемся разработанным критерием пластичности, учитывающим в явном виде константы кристаллической решетки и параметры кристаллографической ориентации структуры. Как видно из полученного выражения, для материала с аксиальной текстурой пределы текучести, действующие в поперечном сечении, равны, но отличаются от предела текучести вдоль оси (наибольшего размера). Таким образом, аксиальная текстура приводит к трансверсальной анизотропии механических свойств.

В целом анизотропия предела текучести обусловлена анизотропией монокристалла A' (маркой сплава), кристаллографической текстурой $\Delta 3$ и её рассеиванием ζ (режимами его

обработки). При этом в зависимости от параметра A' текстурированного материала его свойства отличаются от свойств изотропных тел даже при одинаковом характере текстуры, а упругоизотропный материал (A'=1 или Δ3=1/5) будет изотропный и в пластической области.

Результаты. Используя зависимость, определим величину анизотропии предела текучести материала с двухкомпонентной аксиальной текстурой <111> и <100> как отношения предела текучести вдоль оси анизотропии к пределу текучести в поперечном сечении σs3/σs1. Рассмотрим пруток из меди, для которого компоненты тензора податливости равны: S'1111=15.0 ТПа-1; S'1122=-6.30 ТПа-1 и S'2323 =3.33 ТПа-1, тогда по формуле имеем A'=3.203. Выполним расчеты для нескольких значений угла рассеяния текстуры ζ (0°, 15° и 30°). Используя зависимости, для указанных идеальных кристаллографических ориентировок рассчитан ориентационный фактор Δ3 и обобщенный показатель анизотропии η12.

Установлено, что влияние кристаллографических ориентировок <111> и <100> на анизотропию предела текучести прямо противоположное. Так в случае текстуры <111> предел текучести в поперечном сечении меньше предела текучести вдоль оси анизотропии. С увеличением доли ориентировки <100> предел текучести в поперечном сечении постепенно увеличивается и достигает максимума при полном отсутствии ориентировки <111>, превосходя при этом величину предела текучести вдоль оси анизотропии.

Такое влияние данных ориентировок приводит к тому, что при содержании компонент <111> и <100> равном 60% и 40% соответственно пределы текучести в поперечном сечении и вдоль оси анизотропии равны друг другу, то есть получается изотропный материал.

Моделирование упругодиффузионных колебаний консольно-закрепленной балки Бернулли-Эйлера

Файкин Г.М.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Земсков А.В.
МАИ, Москва
egorc16@mail.ru

Исследование взаимодействия механических и диффузионных полей является важным элементом в различных областях науки и техники, из-за того, что более точное описание воздействия нагрузок различной физической природы на элементы и конструкции требует более глубокого понимая сути протекающих при этом процессов. Это, в первую очередь, важно при расчете корпусов авиадвигателей, фюзеляжей самолётов и ракет, для которых динамические изменения, связанные с внутренним переносом вещества под действием механической нагрузки, могут привести к катастрофическим последствиям. Понимание законов, описывающих процесс диффузии, позволяет избежать нежелательных изменений в авиаконструкциях, происходящих под влиянием нестационарных нагрузок различного характера.

Экспериментально доказано и теоретически обосновано, что внедрение диффундирующего вещества в твёрдое тело порождает в нём внутренние напряжения, а неоднородное поле напряжений, вызванное внешними причинами, способно влиять на диффузионную кинетику переноса вещества

В работе рассматривается консольно-закрепленная балка Эйлера-Бернулли, на которую действует сосредоточенная нестационарная нагрузка, приложенная к свободному концу и порождающая напряженно-деформированное состояние с учетом с учетом диффузионных процессов. Для математической постановки задачи используется модель упругой диффузии для многокомпонентных сплошных сред. С помощью вариационного принципа Даламбера получены уравнения упругодиффузионных поперечных колебаний балки Эйлера-Бернулли.

Решение задачи ищется с помощью метода эквивалентных граничных условий, который заключается в том, что вместо исходной задачи рассматривается вспомогательная задача того же вида, но с граничными условиями, допускающими представление решений в виде рядов Фурье. Для этого достаточно поменять способ закрепления концов балки. Далее строятся соотношения, связывающие правые части граничных условий обоих задач. Эти соотношения

записываются в виде интегральных уравнений Вольтера 1-го рода. Затем, полученная система уравнений решается численно с помощью квадратурных формул.

Таким образом, разработанный алгоритм позволяет выразить решение задачи с произвольными граничными условиями через известное решение какой-либо задачи того же вида и с той же геометрией области.

На основании полученных результатов, были построены графики перемещений и изменения концентрации.

Список литературы:

1. Земсков А.В., Тарлаковский Д.В., Файкин Г.М. Постановка задачи о нестационарном изгибе консольно-закрепленной балки Эйлера-Бернулли с учетом диффузии // Проблемы безопасности на транспорте: матер. IX Междунар. научн.-практ. конф., Гомель, 28–29 ноябр. 2019 г. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель: БелГУТ, 2019. – Ч. 2. – С. 215-217.

2. Файкин Г.М., Земсков А.В., Тарлаковский Д.В. Постановка задачи о Консольном изгибе балки Эйлера-Бернулли с учетом диффузии // Материалы XXV Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова. Т. 2. – М.: ООО «ТРП», 2019. – С. 136-139

Моделирование процесса сращивания трением с перемешиванием

Щербаков В.В.
Научный руководитель — к.т.н. Петров М.А.
Московский Политех, Москва
tiflant@mail.ru

Разновидности процесса сращивания с использованием энергии трения были известны давно, однако среди них не было способа сращивания, которым можно было бы решать задачу соединения «в стык» тонколистовых конструкций, являющийся основным типом соединения в конструкциях фюзеляжа самолёта. И только в 1967 году в СССР впервые был запатентован способ сращивания линейных швов трением вращающимся стальным стержнем, однако в то время способ не нашел дальнейшего развития. Его активное исследование и промышленное освоение началось после того, как в 1993 году Институт сварки Великобритании (TWI) запатентовал аналогичный способ сращивания под названием «Friction Stir Welding» (в переводе на русский язык – сварка трением с перемешиванием) [1]. По своему фундаментальному составу процесс напоминает процессы сращивания материалов, находящихся в тиксотропном состоянии. Тиксотропное состояние подразумевает единовременное временное существование твёрдой и жидкой фазы. При этом соотношение твёрдая-жидкая фаза влияет на процесс перемешивания и меняется в процессе охлаждения в сторону уменьшения процента жидкой фазы.

Для проведения численного (имитационного) моделирования в программе QForm VX методом конечных элементов была создана численная модель процесса сращивания, которая состоит из 4-ёх последовательных операций:

1. Вертикальное перемещение вращающегося наконечника к заготовке до того момента, пока расстояние между ними не будет составлять 0,01 мм;
2. Нагрев зоны контакта за счёт трения и уменьшение предела текучести твёрдого материала;
3. Внедрение инструмента на половину толщины материала;
4. Перемещение инструмента вдоль стыка.

В качестве материала был исследовался алюминиевый сплав АД0 (алюминий технический), с расширенным температурным интервалом (от 20 до 550°C) для ряда степеней деформации и скоростей деформации. Скорость внедрения составляла 1 мм/с, а частота оборотов индентора (шпинделя или штыря) – 1 200 об/мм. Для параметров расчётов, выбранных по умолчанию, моделирование проходит некорректно, т.е. наблюдается несовпадение температуры материала с экспериментальными данными через определённый

промежуток времени. Температура достигает максимального значения 37°C, вместо температуры из диапазона 440 – 490°C. Так как в процессе вращения индентора происходит разогрев материала за счёт теплопроводности, то в настройке программы было увеличено значение коэффициента преобразования работы трения в тепло, который входит в уравнение теплового баланса [2]. Благодаря равенству формулы преобразования работы трения в тепло на поверхности контакта заготовки и инструмента и формулы нахождения теплового потока в процессе сращивания можно найти коэффициент преобразования работы трения в тепло $\eta = 35$. Подставляя его в численную модель процесса сращивания температура после первоначального нагрева материала увеличилась с 37°C до 340°C. На втором этапе время вращения индентора составляло 10 секунд, что позволило увеличить температуру до нужного значения из температурного интервала. На третьей операции был осуществлён разогрев материала, инструмент внедрялся в основной объём материала на половину толщины заготовки или на 2,5 мм. На четвёртой операции моделировалось перемещение инструмента вдоль стыка для образования сращиваемого шва. Однако, при перемещении инструмента на 2 мм от первоначального места, сразу стало ясно, что характер течения металла при моделировании процесса сращивания не совпадает с течением материала, наблюдаемом в эксперимента, что можно отнести к особенностям реологической модели, заложенной в программе QForm (применялась модель Хензеля-Шпиттеля). Кроме этого, время расчёта составляло в среднем 24 часа на 1%, при применении процессора Intel i7 (восемь ядер), 8 ГБ DDR3 и дискретной графической карты с 4 ГБ RAM.

Моделирование в ПО Comsol Multiphisics показывает, что при сращивании трением с перемешиванием вращающийся инструмент движется вдоль сращиваемого соединения и генерирует температурное поле, характерное для этого вида процесса. за исходную модель была взята предлагаемая на официальном сайте Comsol численная модель, которая была изменена. Расчётная задача учитывает процессы теплопереноса. Материал заготовки – алюминиевый сплав Д18, в материал индентора – титан. Тепло передается за счет теплопроводности от инструмента (индентера) в пластину и от нагретого материала в окружающую среду (конвективный теплообмен). Поверхности пластины охлаждаются за счет свободной конвекции и излучения от поверхности [3]. Однако, численная модель не была дополнена уравнениями гидравлики (CFD) и моделирование течения материала не было учтено на данном этапе работ.

Список литературы:

1. Кащук Н.М. Разработка технологии изготовления интегральных конструкций авиационной техники с применением метода комбинированной фрикционной сварки. – 2012. – С. 13.

2. Руководство пользователя по QForm VX.

3. https://www.comsol.ru/model/friction-stir-welding-of-an-aluminum-plate-461 (дата обращения: 20.02.2020).

Внедрение жесткого цилиндра с различной формой основания в вязкоупругое полупространство

Яковенко А.А.

Научный руководитель — академик, д.ф-м.н. Горячева И.Г.

ИПМ РАН, Москва

anastasiya.yakovenko@phystech.edu

В медицине для обработки результатов экспериментов, а также при разработке нового оборудования довольно часто возникает необходимость исследования напряженно-деформированного состояния биологической ткани при её взаимодействии с инструментом. При этом форма инструмента может быть различной. Так, в стереотаксисе воздействие на органы осуществляется с помощью иглы, которую можно смоделировать длинным цилиндром с закругленным концом [1]. Механические свойства биологических тканей (неоднородность, вязкоупругость) оказывают значительное влияние на исследуемые характеристики. В данной работе считалось, что мягкая ткань является однородным линейно

вязкоупругим материалом. Из такого материала, в частности, изготавливают фантомы биологических тканей, на которых тестируют новые методы управления иглой в стереотаксической хирургии [2].

С целью разработки модели взаимодействия инструмента с мягкой тканью в работе исследовано внедрение цилиндрического индентора в вязкоупругое полупространство. Считалось, что внедрение индентора в основание происходило с постоянной скоростью. При этом рассматривалось две формы поверхности основания цилиндра: плоская и сферическая. Во втором случае процесс внедрения состоит условно из двух стадий. В первой стадии, когда угловые точки не вошли в контакт с основанием, радиус области контакта является монотонно возрастающей со временем функцией. При этом давление под поверхностью индентора ограничено и равно нулю на границе области контакта. Во второй, когда радиус области контакта достиг максимальной величины, равной радиусу цилиндра, давление на границе области контакта становится неограниченным.

Используя принцип Вольтерра [3] и упругое решение Галина для заданной формы индентора [4], получены аналитические зависимости контактных характеристик (нагрузки и контактного давления) от времени и глубины внедрения. Полученные выражения позволяют исследовать влияние скорости внедрения и вязкоупругих свойств основания на напряженно-деформированное состояние вязкоупругого полупространства. Также анализировалось влияние радиуса кривизны сферического основания цилиндра на исследуемые зависимости.

Для описания механического поведения вязкоупругих оснований также используются упрощенные стерженьковые модели. Построено решение задачи о внедрении цилиндрического индентора с различной формой торцевой поверхности в вязкоупругое основание, описываемое упрощенной моделью стандартного вязкоупругого тела [5]. Полученные аналитические зависимости позволяют произвести сравнение двух моделей вязкоупругого тела при внедрении в него цилиндрического индентора. Исследованы случаи, когда целесообразнее для описания внедрения индентора в вязкоупругое тело применять упрощенную одномерную модель.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-58-52004 и по теме государственного задания (№ госрегистрации АААА-А20-120011690132-4)

Список литературы:

1. Холявин А.И., Аничков А.Д. Методы наведения в современной стереотаксической нейрохирургии. М.: Российская академия наук, 2017. 170 с.

2. Горячева И.Г., Досаев М.З., Селюцкий Ю.Д., Яковенко А.А., Hsiao C.-H., Huang C.-Yu., Ju M.-S., Yeh C.-H. Об управлении внедрением индентора в вязкоупругую ткань // Мехатроника, автоматизация и управление, 2020.

3. Кристенсен Р.М. Введение в теорию вязкоупругости. М.: Мир, 1974. 341 с.

4. Галин Л.А. Контактные задачи теории упругости и вязкоупругости. М.: Наука, 1980. 304 с.

5. Работнов Ю.Н. Элементы наследственной механики твердых тел. М.: Наука, 1977. 384 с.

Двухуровневая математическая модель упруговязкопластического деформирования поликристалла: учет энергии дефекта упаковки при описании упрочнения

Яковлев А.Ю.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Янц А.Ю.

ПНИПУ, Пермь

ya.anton.96@gmail.com

Работа посвящена модификации двухуровневой математической модели упруговязкопластического деформирования поликристалла, основанной на физической теории пластичности [1, 2] для описания упрочнения материала с явным учетом энергии дефекта упаковки.

Значение ЭДУ необходимо учитывать при моделировании процесса деформирования, поскольку в зависимости от величины ЭДУ качественно изменяется характер и физические

причины упрочнения. Известно, что дислокации в материалах с низкой ЭДУ склонны к расщеплению, а переползание для расщепленных дислокаций затруднено. Таким образом, образование барьеров в материалах с низкой ЭДУ приводит к дополнительному упрочнению.

Для учета ЭДУ при описании упрочнения материала в процессе деформирования производится модификация матрицы упрочнения, описывающей взаимодействия дислокаций на различных системах скольжения. Для материалов, обладающих ГЦК решеткой, выделяется 6 независимых компонент матрицы [3], которые описывают взаимодействия дислокаций между собой полями напряжений и взаимодействия дислокаций, приводящие к образованию барьеров.

В работе получены оценки энергии, требующейся для образования барьеров, в зависимости от ЭДУ материала. Рассмотрена система из двух расщепленных дислокаций, движущихся по пересекающимся плоскостям. Оценки энергии сделаны с использованием линейной теории упругости. На основании полученных оценок сделаны выводы о зависимости относительной величины коэффициентов матрицы упрочнения, отвечающих за соответствующие механизмы.

Список литературы:

1. Трусов П.В., Нечаева Е.С., Швейкин А.И. Применение несимметричных мер напряженного и деформированного состояния при построении многоуровневых конститутивных моделей материалов // Физ. мезомех. – 2013. – Т. 16. — №2. – С. 15-31.

2. Трусов П.В., Волегов П.С., Янц А.Ю. Двухуровневые модели поликристаллов: приложение к оценке справедливости постулата изотропии Ильюшина в случае больших градиентов перемещений // Физ. мезомех. – 2015. – Т. 18. — №1. – С. 23-37.

3. Franciosi, P., Zaoui, A., Multislip in fcc crystals a theoretical approach compared with experimental data. // Acta Metall. –1982. –V. 30. –Pp. 1627-1637.

Направление №9 Экономика и менеджмент предприятий аэрокосмического комплекса

Секция №9.1 Менеджмент и маркетинг высокотехнологичных предприятий

Совершенствование маршрутной сети авиакомпании в современных условиях конкурентного авиатранспортного рынка

Авдонина И.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Немчинов О.А.
Самарский университет, Самара
ira.avdonina2012@yandex.ru

В современной экономике России авиатранспортный рынок является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей. За прошедшее десятилетие наблюдался устойчивый рост сегмента пассажирских авиаперевозок. За период 2010-2019 гг. суммарный пассажирооборот всех российских авиакомпаний на внутренних воздушных линиях возрос с 59,6 до 135,4 млрд. пасс-км, т.е. в 2,3 раза [1].

В современных условиях, несмотря на наличие более 100 компаний, положение отрасли определяется ведущими авиаперевозчиками, способными конкурировать на отечественном рынке авиационных пассажирских перевозок, имеющими финансовые ресурсы для обновления парка и открытия новых направлений. Уровень конкурентоспособности авиакомпании зависит от многих факторов: парка воздушных судов, каналов продаж, безопасности полётов, программ лояльности и, конечно, маршрутной сети, оптимизация которой позволит перевозчику получать большую прибыль.

Для получения допустимого решения в качестве критерия рациональности воздушных линий сети перевозок может быть использован показатель валовой маржи как разница эксплуатационных доходов и переменных эксплуатационных расходов на каждой авиалинии авиакомпании [2].

К группе «прямые переменные расходы» относятся статьи затрат, формирование которых зависит от расчетных условий сети маршрутов: технико-экономические показатели воздушного судна на авиалиниях, перевозки пассажиров и грузов, конкретные значения стоимости топлива, ставок сборов (тарифов) за аэропортовое и аэронавигационное обслуживание и другие затраты

Эксплуатационные доходы по каждой авиалинии складываются из доходов за рейс туда и доходов за рейс обратно.

Маржинальная прибыль – разница эксплуатационных доходов и переменных эксплуатационных расходов на каждой авиалинии. Эксплуатация воздушной линии экономически целесообразна, когда фактическая или прогнозируемая величина маржинальной прибыли больше нуля.

Таким образом, применение данной методики формирования маршрутной сети позволяет авиакомпании более эффективно проводить эксплуатационную деятельность и своевременно реагировать на изменяющиеся внешние рыночные условия.

Список литературы:

1 Официальный сайт Федерального агентства воздушного транспорта (Росавиация) [Электронный ресурс]. http://www.favt.ru (дата обращения 05.02.2020).

2 Пособие по выполнению контрольного домашнего задания «Определение себестоимости рейсов авиакомпании». – М.: Изд-во МГТУ ГА, 2014. – 42 с.

Роль интегрированной системы обучения для предприятий аэрокосмической отрасли

Адушева К.И.
Научный руководитель — к.э.н. Мезина Н.А.
МАИ, Москва
Adusheva.kristina@mail.ru

Разнообразные социально-экономические преобразования в стране, вызывающие интеграционные процессы во многих сферах жизнедеятельности общества, на сегодняшний день коснулись и системы профессионального образования. Все это связано с тем, что любому современному человеку на протяжении всей своей жизни характерна острая необходимость обновления своих знаний и профессиональных компетенций из-за большого количества изменений во внешней среде.

В условиях современного мира, на предприятиях высокотехнологичных отраслей промышленности возникает острая необходимость в приеме на работу опытных, высококвалифицированных, молодых и перспективных специалистов, способных быстро адаптироваться к множеству постоянно изменяющихся социально-профессиональных факторов. Все это, конечно же, требует модернизации имеющейся системы подготовки персонала и работы кадровых служб на предприятиях. Такие меры помогут улучшить процесс адаптации, отбора и повышения квалификации персонала, исходя из личностных и профессиональных качеств работника и особенностей труда.

Пути решения проблем, связанных с обучением и повышением трудового потенциала человека предлагает интегрированная система обучения. Главная цель этой системы подразумевает необходимость учиться непрерывно, постоянно и последовательно. Она предполагает интеграцию между актуальными потребностями общества и удовлетворением желания человека к саморазвитию и образованию в течение всей жизни.

Процесс подготовки специалистов аэрокосмического профиля предполагает наличие определенных уникальных особенностей, требующих систематизированного и структурированного подхода.

Следовательно, подготовка специалистов должна выстраиваться на основе единства различных образовательных структур профессиональной подготовки (начальное / среднее / высшее профессиональное образование).

При создании усовершенствованной образовательной системы подготовки кадров аэрокосмического профиля становится необходимым включить систему аэрокосмического образования в мировую образовательную систему, основанную на принципах фундаментальности, непрерывности и многоуровневости образования.

Таким образом, для того, чтобы интегрированная система обучения в области аэрокосмических отраслей была наиболее эффективной необходимо:

1. выявить особенности профессиональной деятельности специалистов аэрокосмической отрасли, учитывая потребности современного общества;
2. произвести разработку принципиально новой и научно-обоснованной модели непрерывного образования в области высокотехнологичных отраслей;
3. осуществить полную интеграцию всех образовательных структур профессиональной подготовки специалистов.

Список литературы:

1. Еропкин А.М., Мезина Н.А. Построение интегрированной системы обучения на принципах бережливого производства. М.: Инициативы 21 века, № 3-4, 2018.
2. Римская О.Н., Кранбихлер В.С. Современное состояние и пути подготовки кадров для космической отрасли // Мир науки (научный интернет-журнал), Выпуск 2, 2014 /[Электронный ресурс] URL: https://mir-nauki.com/PDF/10PMN214.pdf/ (дата обращения 10.02.20)

Характеристика международных и внутренних авиаперевозок

Алексеева Е.П.
Научный руководитель — к.э.н. Мезина Н.А.
МАИ, Москва
elizaalek@yandex.ru

Данная тема поднимает вопрос авиаперевозок, что означает передвижения пассажиров и багажа, используя авиатранспортные средства, выполняемые компаниями. Международные авиаперевозки означают транспортировку пассажиров и багажа из одной в страны другую, с пересечением границы. Внутренние авиаперевозки означают передвижение пользователей авиационных услуг, не выходящие за пределы одного государства. В авиаиндустрии люди делятся на две категории: перевозчики и пассажиры. Перевозчики обязываются оказать заказчикам пассажирам услугу по его перевозке в пункт назначения, с предоставлением определённого места на судне, а также, при необходимости, расположить его багаж. Сроки обговариваются заранее, соответственно с установленными правилами воздушных перевозок. Существуют регулярные и нерегулярные пассажирские авиаперевозки. К регулярным относятся перевозки, осуществляемые на основании договора с перевозчиком, который предоставляет услуги перевозок, относительно заданного графика на протяжении определенного периода времени. Нерегулярные означают разовые (не чаще двух раз в неделю), организованные по заказу физического или юридического лица. Расходы авиационных компаний, по данным 2018 года, стали рекордными, и приравнивались к 70 млрд рублей. Главной причиной послужило удорожание авиакеросина: по итогам года только за счет роста цены компании потратили на топливо дополнительные 87 млрд рублей. В настоящее время авиационные перевозки считаются наиболее опасными в экологической сфере видами транспортировки пассажиров. Использование авиационной индустрии вырабатывает больше всего $CO2$, что подразумевает срочное изменение этой ситуации. Главным решением этой задачи является уменьшение пассажиропотока. Из-за этого, увеличение роста в сфере бизнеса транспортировки пассажиров отдаётся критике, в лица общественных экологических групп. Не более 5% людей использовали авиационные перевозки, и даже в самых развитых странах только примерно половина полётов осуществляется ради обеспеченной части населения. Наибольшей популярностью авиаперевозки пользуются во время сезона туристов. Именно они приносят наивысшую прибыль авиакомпаниям. Из-за совсем не близкого месторасположения мест для их отдыха, они вынуждены пользоваться самолётами для достижения пункта прибытия.

Управление адаптацией персонала

Алимпиева Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Балановская Н.А.
МАИ, Москва
evgensergeevna@gmail.com

Основным ресурсом современной организации является персонал, в функцию которого входит обеспечение использования ресурсов организации (предприятия). Кадры организации определяют достижение её технико-экономических показателей, конкурентоспособность и рентабельность. Вклад человеческих ресурсов в достижение целей и задач организации, качество продукции или предоставляемых услуг зависят, прежде всего, от качественного кадрового обеспечения, организации адаптации принятых на работу специалистов, научно-обоснованного управления персоналом. Одна из приоритетных задач субъекта кадровой политики организации состоит в решении задач по воспроизводству кадрового потенциала. Адаптация персонала, как кадровая технология, является одной из непреложных функций кадровой деятельности руководителей организации и структурных подразделений предприятия (учреждения), кадровой службы. В условиях рыночных методов хозяйствования

важным является увеличение конкурентоспособности на рынке труда. Это, в значительной мере, достигается организацией профессиональной ориентации и профессионального образования персонала, реализацией мер по адаптации принятых на работу кадров. В современных условиях молодой специалист должен четко представлять свою роль и функции в структуре организации, воспринять ценности, традиции, специфику нового для него коллектива, овладеть сложившимися навыками поведения, способностью совладать с профессиональными компетенциями, заданными должностным регламентом.

В задачу службы управления персоналом организации входит поиск форм и методов работы по совершенствованию адаптации молодых специалистов, которые обеспечат достижение профессиональных целей нового работника в соответствии с нормами и правилами, установленными на предприятии. Теоретико-методологической основой выпускного исследования являются теоретические представления об адаптации персонала как с современной кадровой технологии, сформулированные российскими и зарубежными учеными и практиками управления. В качестве методов исследования использованы методы: наблюдений, контент анализ документов организации, сравнительно-исторический, системный, структурно-функциональный методы.

Инновационное развитие ракетно-космической отрасли России

Андропов В.П.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Прозоров Д.Е.
МАИ, Москва
Andropov144@gmail.com

Развитие инновационной составляющей, активное использование новых технологий является ключевой составляющей для развития РКП в России.

Исходя из Стратегии развития РКД России до 2030 года, можно сделать вывод, что основной целью развития РКП является: формирование конкурентоспособной, диверсифицированной, экономически устойчивой, инновационной ракетно-космической отрасли, способной к решению стратегически важных задач, с высоким местом на мировом космическом рынке.

Основными особенностями, характеризующими инновационные космические проекты, являются:

• Тесное взаимодействие с системой государственного управления;

• Закрытость информации на многих уровнях, имеющая отношение к военной безопасности страны;

• И пр.

В докладе подробно рассматриваются основные проблемы инновационного развития ракетно-космической отрасли такие как:

• Недостаточно развитая инновационная инфраструктура;

• Недостаточный объем инвестиций в венчурной индустрии;

• Низкая ликвидность венчурных инвестиций;

• Слабая мотивация участия российских предпринимателей в венчурном инвестировании в малый и средний инновационный бизнес в России.

• И пр.

Инновационное развитие РКП необходимо в целях: повышения научно-технического и укрепление экономического потенциала; усиления конкурентоспособности на мировом космическом рынке; повышения качества выпускаемой продукции; выпуска новых видов продукции (новой техники: микроспутников, новых типов ракет и т.д.).

Для достижения поставленной цели, необходимо чтобы государство и частный бизнес были заинтересованы в крупных вложениях в инновационные проекты и обеспечить лояльность бизнеса к инновационной деятельности предприятий РКП.

Для того, чтобы обеспечить рост инновационной активности предприятий РПК, потребуется содействие всех участников инновационной сферы: учебных заведений, научных

институтов, предпринимательских, производственных структур и конечно государственных учреждений.

Список литературы:

1. Беленький А. Н., Карасев Д. В., Тихонова Н. А. Развитие современной ракетно-космической отрасли: роль научно-технических инноваций // Молодой ученый. — 2016. — №20. — С. 124-127.

2. Доброва К. Б. Развитие инновационных процессов в корпорациях ракетно-космической отрасли // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2016. Т. 7. No 2. С. 110–116.

3. Стратегическое развитие Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года.

Маркетинговая стратегия создания новой авиационной техники

Ваниян Н.Л.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Казакова Н.В.
МАИ, Москва
nickvaniyan@gmail.com

Оценку эффективности создания новой авиационной техники необходимо осуществлять комплексно и взаимосвязано по всем стадиям жизненного цикла. При этом каждая стадия характеризуется своим уровнем знания конкурентоспособности как основного показателя оценки технико-экономической и рыночной эффективности изделий.

Обращая во внимание творческий характер проектирования сложных авиационных систем и их компонентов, процессу проектирования свойственны неопределенность, что отражается в несовпадающих на различных стадиях составах показателей конкурентоспособности и их значениях, которые могут изменяться от стадии к стадии в худшую или лучшую сторону. Корректировка этих показателей осуществляется по критерию соответствия заданным показателям конкурентоспособности «идеального» образца, который должен быть представлен на рынке.

Рассмотрим маркетинговую стратегию создания новой авиационной техники на примере двухконтурной системы управления разработками, производством и реализацией авиационной техники.

Система состоит из двух контуров:

Первый контур (внутренний) — традиционный контур управления и производством по планируемым экономическим показателям.

Второй контур (внешний) — сосредоточен на рынок и включает в себя все стадии жизненного цикла, мониторинг рынка, включая цены и объем продукции. В данном случае рынок выступает одновременно как объект и субъект управления.

Такая двухконтурная модель в основном характерна для крупных авиационных предприятий, однако эти предприятия не всегда имеют организацию — экономическое воплощение в виде системы автоматизированного управления.

Роль и место бизнес–процессов в управлении авиационным предприятием. Повышение эффективности за счет разработки бизнес-процессов

Варгас С.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Прозоров Д.Е.
МАИ, Москва
sofi77721@gmail.com

Управление компанией, предприятием- очень сложный процесс. Каждый из руководителей стремиться повысить эффективность и минимизировать затраты.

Одним из важных направлений повышения эффективности работы современного авиационного предприятия является разработка и оптимизация бизнес-процессов.

Анализ существующей системы управления выявил возможности создания большей ценности для потребления за счет непрерывного циклического моделирования, проектирования, исполнения и улучшения бизнес-процессов. Анализ процессов позволяет сопоставить результаты действий со стратегическими целями организации. Моделирование процессов необходимо для того, чтобы создать достаточно полное представление о процессе, проанализировать его эффективность и описать изменения. Существует очень много норм способов моделирования. Достаточно сложно выбрать наилучший способ, но в любом случае следование стандартам необходимо.

Все процессы в организации можно разделить на основной, вспомогательный и управляющий процесс. На сегодняшний день руководство компаний чаще всего сосредотачивают усилия на оптимизации основных и вспомогательных процессах, забывая про “мозговой центр” компании.

В результате работы было выявлено, что без предварительного улучшения, автоматизация бизнес-процессов станет бессмысленной тратой денег. Это приведет либо к тому, что вы автоматизируете” бардак”, т.е. информация будет двигаться быстрее, но результат будет неадекватным. Либо будут применены типовые решения, без учета специфики вашей организации.

Процессный подход позволяет поднять на более высокий уровень эффективность и качество. Это приводит к экономии времени, денег, страхует от перебоев в работе и неожиданных проблем.

Эффективное управление финансами предприятия

Васильева А.С.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
anna-v-2011@mail.ru

В современных рыночных условиях финансовое состояние организации оказывает непосредственное влияние на производственную и коммерческую деятельность, обеспеченность организации материальными и финансовыми ресурсами. Неудовлетворительное финансовое состояние приводит к несвоевременным расчетам с работниками организации, бюджетом, внебюджетными фондами, поставщиками, банками, что в итоге может привести к банкротству организации. Поэтому разработка и осуществление единой финансовой политики занимают существенное место в общем механизме управления. Возникает важная задача определения экономического потенциала предприятий с целью выявления резервов, определения возможностей экономического роста в перспективе. При этом роль управления финансами в управлении предприятием определяется тем, что она затрагивает все стороны его экономической деятельности, в концентрированном виде отражает влияние многочисленных внутренних и внешних факторов. В рамках единой финансовой политики, разрабатываемой на высшем уровне управления, определяются источники финансов и их распределение в рамках предприятия. [3]

Особое место среди целей и задач предприятия в области управления финансами занимают постоянное увеличение стоимости предприятия, максимизация рентабельности вкладываемых в него собственных средств. Именно поэтому изучение управления финансами предприятия является актуальной темой, в современных условиях нестабильного и быстро меняющегося рынка. [3]

Публичное акционерное общество «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина» образовано в 1933 году. Основной вид деятельности заключается в создании воздушного судна. Создание самолёта – это длительный процесс, который проходит, в среднем 5-8 лет, от зарождения идеи до запуска в серийное производство. Центральное место в этом процессе занимает проектирование, которое требует огромного объема различного рода исследований, вычислений, графических работ и т.д.[4]

Для реализации процесса проектирования в опытно-конструкторском бюро имени С.В. Ильюшина работают специалисты различных технических областей, действуют сложные лабораторные и производственные подразделения. [4]

Авиационный комплекс включает в себя основные структурные подразделения: опытно-конструкторское бюро, опытное производство, летно-испытательная и доводочная база. [4]

Успешная деятельность предприятия не возможна без разумного управления финансами.

Согласно проведенному анализу, финансовое состояние предприятия удовлетворительно. Но коэффициенты чистой прибыли, рентабельности оборота и общей рентабельности предприятия, а также самофинансирования имеют тенденцию к снижению. Наблюдается диспропорция развития, а именно коэффициенты автономии ниже нормативного значения (0,5), что свидетельствует об ограниченной финансовой независимости предприятия и увеличению риска финансовых затруднений в будущие периоды. Необходимо разработать мероприятия по увеличению доли собственных средств и рентабельности оборота. [1][2]

Список литературы:

1. БернстайнАнализ финансовой отчетности / Бернстайн. — М.: Финансы и статистика, 2016. — 624 с.

2. Абрютина, М. С. Финансовый анализ / М.С. Абрютина. — М.: Дело и сервис, 2015. — 192 с.

3. Управление финансами. Финансы предприятий. Учебник. — М.: ИНФРА-М, 2015. — 368 с.

4. http://www.ilyushin.org/about/general/

Разработка усовершенствованной системы мотивации персонала на высокотехнологичных предприятиях

Ворфоломеев Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Еропкин А.М.
МАИ, Москва
vorfolomeeff@yandex.ru

Основная проблема при внедрении на предприятии инноваций, необходимых сегодня для использования резервов организации, связны нередко с проблемами незаинтересованности, а, иногда, и открытого нежелания сотрудников участвовать в реализации стратегии развития своей организации. Системы мотивации слабо увязаны со стимулированием высокопроизводительного труда, часто не отражают интересы сотрудников. Мотивационные системы сведены к премиальным системам, которые, в свою очередь, не отражают действительный вклад людей в реализацию стратегических целей предприятия. Практически не используется или используются не достаточно эффективно неденежные формы мотивации. Низкая мотивация труда работающих не позволяет организации не только раскрыть резервный потенциал, но и замедляет процессы развития предприятия. Среди недостатков мотивационных систем на предприятиях высокотехнологичных отраслей следует отметить и слабую ориентацию этих систем на особенности таких отраслей, в первую очередь — двойное назначение продукции таких предприятий и вытекающие отсюда требования к качеству продукции, а, следовательно, и высокие требования к квалификации персонала, его ответственности за свой труд. При создании систем мотивации персонала не часто обращаются к целому ряду современных подходов организации производства и труда. Одним из путей повышения качества мотивационных систем предприятий могло бы стать использование при проектировании и реализации этих систем принципов и подходов бережливого производства.

Успешное внедрение инструментов бережливого производства может дать новый импульс для развития систем мотивации работающих в организации, тем самым обеспечив более высокую конкурентоспособность предприятия в отраслевом рынке. Одной из характерных черт бережливого производства является, как известно, его всеобъемлющий сквозной характер, охват всех процессов, протекающих на предприятии от проектирования продукции до сдачи готовой продукции заказчику; вовлечение в процесс улучшения всех работающих без исключения от неквалифицированных рабочих до высшего управленческого

персонала. Тоже самое, можно сказать и о мотивационных системах, разработка которых является важнейшей задачей для руководителя любого уровня иерархии производства при непременном участии всех работающих. Без их решения не возможно реальное улучшение качества выпускаемой продукции, а также повышение эффективности деятельности производства в целом, на основе рационального использования финансовых, материальных и кадровых ресурсов.

В настоящее время доказано, что деньги не всегда побуждают человека трудиться усерднее. Предлагаемые мероприятия понижают уровень стресса сотрудников, путем сокращения времени на осуществление ненужных действий, повышают их творческий потенциал. Для внедрения таких мероприятий для начала необходимо провести комплексный анализ рабочих процессов с целью выявления потерь, сформулировать проблемы, влияющие на мотивацию и вовлеченность персонала, сопоставить эти проблемы с возможностями инструментов бережливого производства, после чего внедрить их в рабочие процессы.

Важно отметить, что внедрение такой системы мотивации целесообразно начать с пилотного проекта в одном из подразделений. Важно, при этом, грамотно выбрать подразделение, которое является ключевым для предприятия. В этом случае будет легче распространить полученные результаты на другие подразделения. На основе оценки полученных результатов разрабатываются положение о мотивации персонала предприятия и корпоративные стандарты. Для оценки эффективности системы мотивации могут быть, наряду с традиционными, использованы такие показатели как динамика фактической и потенциальной текучести кадров, удовлетворенность сотрудников, динамика производительности труда, экономический эффект от реализации программы мотивации.

Таким образом, построение и внедрение системы мотивации на принципах «Бережливого производства» позволит повысить эффективность производственной системы и обеспечит результативное внедрение её инструментов в организациях. Организовав внедрение предлагаемых мероприятий, на предприятии будут созданы реальные предпосылки для достижения стратегических целей развития, поскольку мотивационная система будет максимально ориентирована на. главный ресурс любой организации – её человеческий капитал.

Список литературы:

1. Вумек Дж. П., Джонс Д. Т. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2012. — 345 с.

2. "50 советов по нематериальной мотивации" (Светлана Иванова) Иванова С., 2012

Формирование ключевых компетенций персонала медицинских подразделений в космической отрасли

Ворфоломеева И.Д.
Научный руководитель — к.э.н. Мезина Н.А.
МАИ, Москва
vorfolomeeva.id@mail.ru

Космические экипажи перед полётом проходят тщательный медицинский осмотр. Это значительно уменьшает вероятность того, что во время пребывания на орбите с космонавтом может что-то произойти, но все космонавты живые люди и полностью исключить непредвиденные ситуации, связанные с заболеваниями невозможно. Как и чем должна быть укомплектована аптечка космонавта, должны решать специалисты на Земле. От их компетенции и квалификации зависит здоровье, а порой и жизнь человека на борту. Эти люди должны быть специалистами не только в классической медицине, но и иметь представление об особенностях жизнедеятельности человека в невесомости, уметь просчитать и сопоставить сроки поставки медикаментов с Земли.

Запас лекарств на борту международной космической станции не велик. В аптечке, скромной по объёму, собраны лекарства для оказания первой помощи с учётом потенциальных травм и заболеваний, которые могут возникнуть в условиях пребывания в

космосе. В связи с этим специалист, принимающий решение о комплектации аптечки, должен разбираться не только в медицине, но и в особенностях пребывания человека в невесомости.

Тот факт, что экипаж космонавтов изначально проходит тщательный отбор с точки зрения состояния здоровья, а перед полётом строгий медицинский осмотр, исключает возникновение серьёзных заболеваний, которые требуют масштабного лечения. Людей, имеющих хронические заболевания, в космонавты не принимают вовсе, так как работа на борту связана с серьёзными нагрузками на организм человека.

Ещё одна особенность, которая накладывает отпечаток на уровень компетенций людей, комплектующих космические корабли необходимыми лекарственными препаратами — график снабжения грузами МКС. В стандартном режиме корабли с Земли приходят на МКС не чаще двух-трёх раз в месяц. Поэтому наличие необходимых препаратов должно отслеживаться с опережением. Опираясь на это, на Земле стараются укомплектовать аптечки достаточным ассортиментом препаратов и в том количестве, которое может потребоваться экипажу. Препараты подбираются с наиболее широким спектром действия и минимальными побочными эффектами, которые могут быть несущественными для жителя Земли, но в космосе создадут серьёзный дискомфорт.

Где же берут эти препараты и по какому принципу их отбирают из огромного множества препаратов, представленных на отечественном рынке? На МКС используют только хорошо известные медикаменты, которые давно используются в клинической практике и прошли доскональную проверку. С целью предотвращения фальсификата, закупки всех лекарственных препаратов для МКС осуществляется в одной проверенной серии аптек, которая, имеет строгий подход к проверке и контролю качества реализуемых препаратов. Если в данной сети не имеется необходимых лекарств, то закупка ведётся в других аптеках, но, как правило, выбранного и хорошо зарекомендовавшего себя поставщика медикаментозных средств.

Некоторое время назад был опыт проведения испытаний новых потенциально перспективных лекарственных препаратов, но подобные эксперименты достаточно дороги. Поэтому сегодня такая практика не всегда осуществима.

Как известно, МКС — это международный проект, участниками которого являются четырнадцать стран-партнёров. В основу медицинского обеспечения международных экипажей была заложена интегрированная система использования медицинских препаратов, смысл которой заключается в том, что существует перечень аналогов препаратов различных стран и в случае отсутствия необходимого препарата, например, в аптечке российского экипажа, используется медицинское оборудование или лекарство, имеющееся в запасах американцев и наоборот.

Как известно, контроль за российским экипажем осуществляется в центре управления полётами. Круглосуточно там находится группа специалистов, в состав которой, в том числе, входят и люди обеспечивающие медицинский контроль состояния и здоровья членов экипажа. Эта группа состоит из врачей всех основных специальностей, имеющих компетенции в области специфических особенностей функционирования организма человека в состоянии невесомости.

Если у экипажа возникают вопросы, связанные с изменением в состоянии здоровья, либо если наземные приборы показывают какие-либо отклонения и возникла необходимость в приёме лекарственных препаратов, то космонавты в обязательном порядке должны проконсультироваться с врачами на Земле. Без их санкций никакое самостоятельное лечение не допускается.

Маркетинговые исследования в сфере авиаперевозок в авиакомпании ПАО «S7Airlines»

Гераскина Ю.Н.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Путятина Л.М.
МАИ, Москва
yulya.geraskina.96@mail.ru

В современном мире авиационные перевозки пассажиров и грузов являются наиболее важной и перспективной отраслью экономики за счет высокой социальной значимости.

Политика позиционирования в системе маркетинга – это курс действий предприятия, направленный на планирование и осуществление взаимодействия фирмы со всеми субъектами маркетинговой системы на основе использования комплекса средств создания стабильного и эффективного спроса и успешного продвижения товара (услуги) на рынки.

Цель позиционирования – создание конкурентных преимуществ реализуемого товара с учетом характера восприятия потребителями всех товаров – конкурентов для увеличения рыночной доли, повышения финансовой устойчивости и корпоративного влияния в целевых сегментах сбыта прочных позиций на рынке.

Целевые установки позиционирования рассматриваемых компаний определяются:

• Последовательным ростом доли компании в общем объеме перевозок при соответствующем позиционировании своей деятельности и конкурентных преимуществ;

• Создание системы обратной связи с потребителями услуг для повышения эффективности своей работы и имиджа.

Основу концепции позиционирования составляют принципы рыночного участия:

1. принцип рыночной ориентации;
2. принцип организационного поведения;
3. принцип лояльности;
4. принцип социальной ориентации.

«S7Airlines» (бренд авиакомпании «Сибирь») — крупнейшая в России сеть внутренних авиамаршрутов, выстроенная на базе трех крупных авиатранспортных узлов в Москве (Домодедово), Новосибирске (Толмачёво) и Иркутске. S7Airlines выполняет регулярные полёты в страны СНГ, Европу, Ближний Восток, Южную Азию и страны Азиатско-Тихоокеанского региона.

Самым мощным конкурентом авиакомпании «S7Airlines» остается «Люфтганза».

Маркетинг в деятельности современных авиакомпаний в значительной степени определяет эффективность их деятельности, возможности повышение рыночной устойчивости и перспектив развития в будущем.

Среди таких авиакомпаний как «S7Airlines», «ЮТэйр», «SWISS» была произведена статистика производительности труда, рассчитанной по количеству обслуженных пассажиров, по выручке, на основе которой «S7Airlines» занимает первое место.

Стратегия развития «S7Airlines» связана с расширением географии маршрутов, обновление самолётного парка современными высокоэффективными лайнерами и обеспечение высокой регулярности полётов.

Список литературы:

1. Ансофф И. Стратегическое управление. — М., Экономика, 2005. – 412 с.
2. Бабич Т.Н. Планирование на предприятии. — М.: Кнорус, 2005. – 502 с.
3. Балабанов И.Т. основы финансового менеджмента: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2017. — 480 с.

Совершенствование закупочной деятельности предприятий авиационной промышленности России с использованием категорийного подхода

Гордуков Д.А.
Научный руководитель — к.э.н. Захарова Л.Ф.
МАИ, Москва
dtay8998@gmail.com

Своевременное и качественное материально-техническое обеспечение производства играет ключевую роль в качестве выпускаемой предприятием продукции, что является приоритетным параметром для заказчиков в условиях жесткой конкуренции на мировом рынке авиастроения. В связи с этим Государственная корпорация (ГК) «Ростех» уделяет пристальное внимание закупкам, осуществляемым на ведущих корпорациях отрасли, а именно АО «ОДК» и ПАО «ОАК». Стратегическая цель 2020 года – разработка и внедрение концепции категорийного менеджмента в закупочной деятельности организаций корпорации, которая базируется на управлении категориями товаров, а не отдельными их разновидностями, которые предприятие закупает в рамках планов материально-технического снабжения. В отсутствии долгосрочной стратегии материально технического обеспечения, концепции реализации неликвидных материалов, единого реестра ведения нормативных справочников информации, несовершенства логистических процессов, унифицированных бизнес-процессов планирования закупок одинаковый материал имеет разную кодировку и номенклатурное обозначение, предприятия корпорации закупают одинаковую продукцию по разным ценам, усложняется оказание материально-технического содействия предприятиям-смежникам, снижается экономический эффект от закупочных процедур.

В соответствии с теорией категорийного менеджмента (Category Management) категория — это любая группа аналогичных товаров, которые компания хочет купить в рамках единой закупки [1]. Используемые в рамках категорийной стратегии инструменты представляют собой набор стандартизированных решений, предусмотренных Положением ГК «Ростех» и направленных на оптимизацию порядка проведения закупок определенной категории продукции и снижение прямых и косвенных издержек на её приобретение. Все предприятия ГК «Ростех» в рамках категорийной стратегии корпорации обязаны использовать единые подходы к формированию договорных условий, установлению требований и критериев для каждой категории продукции, порядка их оценки.

ГК «Ростех» 9 сентября 2019 года подписало распоряжение об утверждении методики применения категорийного подхода в закупочной деятельности организаций, входящих в её состав. Сформированы кросс-функциональные группы по разработке категорийной стратегии по каждой группе материалов. Задачами являются:

• Классификация товаров (в том числе, с использованием экспертных систем), т.е. объединение номенклатуры всех закупаемых предприятиями товарно-материальных ценностей по общим признакам в товарные категории, составление классификатора товарных категорий;

• Структуризация (уровневое деление) классификатора — определение числа ступеней классификации или количества фасет;

• Анализ сбалансированности классификатора; формирование матриц материально-технического снабжения по категориям товаров и поставщикам;

• Разработка стратегии материально – технического снабжения предприятия с использованием концепции управления цепями поставок SCM (Supply Chain Management) и концепции управления взаимоотношениями с клиентами CRM (Customer Relationship Management);

• Реструктуризация службы материально-технического снабжения с использованием IT-системы управления товарными категориями (цифровизация закупочной деятельности), включающей ценовой анализ, регистрацию договоров поставки с полной информацией о поставщиках, автоматизированные взаиморасчеты, взаимодействие с производственной,

складской, логистической и другими подсистемами предприятия по всем основным бизнес-процессам закупаемых товаров, сгруппированных по категориям.

Объединение различных товаров, закупаемых промышленными предприятиями авиационной промышленности в составе ГК «Ростех» в группы (категории), формирование единого контракта и цены на эту товарную категорию, заключение более крупных контрактов при осуществлении материально-технического снабжения, формирование на этой основе устойчивых цепей поставок и логистики, автоматизация рутинных процессов при осуществлении закупок, формирование соответствующего механизма закупок позволят осуществлять своевременные поставки продукции с необходимыми показателями качества и надёжности в среднесрочной (до 3 лет) и долгосрочной (более 3 лет) перспективах, повысить эффективность закупочной деятельности этих предприятий.

Список литературы:

1. Дуборасова Т.Ю., Коростылева В.П. Категорийный менеджмент: управление ассортиментом, качеством товаров, мерчандайзингом и товарными запасами. – М.: Русайнс, 2015. — 384 с.

2. Единое положение о закупке государственной корпорации «Ростех». Утверждено Наблюдательным советом Государственной корпорации «Ростех», протокол №2 от 18.03.2015 г.

3. Официальный сайт АО «Московское машиностроительное предприятие им. В.В. Чернышева», http//www.avia500.ru.

4. Плещенко В.И. Закупки в условиях перехода к индустрии 4.0: особенности и перспективы // Логистика сегодня. — 2018. — No1. — с. 66–72.

Анализ перспективных экспортных рынков для МС-21-300

Горовой Е.В.
ПАО «Корпорация "Иркут"», ВАВТ Минэкономразвития РФ, Москва
evgeniy.vavt@yandex.ru

Низкие темпы экономического роста и растущие цены на топливо оказывают негативное влияние на рентабельность авиакомпаний. В этих условиях авиакомпании стремятся снизить издержки за счёт обновления парка воздушных судов (далее – ВС). Самым конкурентным сегментом рынка пассажирских ВС считается сегмент среднемагистральных, узкофюзеляжных самолётов, к числу которых относится новейший российский пассажирский лайнер МС-21-300, разрабатываемый ПАО «Корпорация «Иркут».

Для продвижения МС-21-300 на мировом рынке гражданской авиационной техники (далее – ГАТ) крайне актуальным является нахождение конкретных рынков, на которых МС-21-300 может быть востребован.

В сравнении используется каталожная цена, которая представляет собой среднюю цен определённого типа ВС с разными моделями двигателей, вариантами компоновок салона и другими опциями. По мнению экспертов, каталожные цены, как правило, отличаются от цен реальных сделок примерно на 50%.

Ближайшими конкурентами МС-21-300 по соотношению «каталожная цена/пассажировместимость» являются B737 MAX 7 и A319neo. По этому показателю равен МС-21-300 только B737 MAX 8 (пассажировместимость и каталожная цена выше на 9%), а превосходит – только A321neo, но пассажировместимость A321neo выше, чем у МС-21-300 на 32%, поэтому эти ВС находятся в разных сегментах.

По соотношению «каталожная цена/максимальная дальность полёта» МС-21-300 превосходит B737 MAX 9, B737 MAX 8, A320neo и A 321neo, но уступает A220-300, а также своим ближайшим конкурентам по пассажировместимости при типовой двухклассной компановке, а именно A319neo и B737 MAX 7.

Итак, в целях нахождения перспективных экспортных рынков для МС-21-300 должны быть проанализированы направления экспорта ВС A319neo и B737 MAX 7 как наиболее близких к МС-21-300 по таким показателям, как каталожная цена, максимальная дальность полёта и пассажировместимость при типовой двухклассной компановке.

В связи с тем, что A319neo составляет 0,41% от общего числа заказов и 0,017% от числа эксплуатируемых ВС Airbus, будет рассмотрена география экспорта A319ceo, который отличается от A319neo на -7% по пассажировместимости в типовой двухклассной компановке и на +1% по дальности полёта (цена на A319ceo отсутствует в последнем опубликованном каталоге цен Airbus, поэтому это ВС не рассматривалось на предыдущих этапах исследования).

На A319ceo приходится 12% от общего количества ВС Airbus, находящихся в эксплуатации и 7% от количества заказанных ВС Airbus на январь 2020.

В связи с тем, что Boeing не публикует продажи B737 MAX 7 по странам или авиакомпаниям, перспективные рынки для МС-21-300 будут анализироваться на основе экспорта только A319ceo.

Исходя из анализа региональной структуры заказанных и эксплуатируемых A319ceo, наиболее перспективными для МС-21-300 представляются рынки Азии и Латинской Америки.

Несмотря на то, что A319ceo эксплуатируются преимущественно в странах Северной Америки и Европы (на эти два региона приходится 71% эксплуатируемых и 75% заказанных A319ceo, перспективы в этих регионах практически отсутствуют из-за протекционистской политики ЕС и США. В ЕС основными покупателями и эксплуатантами A319ceo являются западноевропейские страны.

В странах Африки 10 авиакомпаний эксплуатируют 33 ВС A319ceo, из них 5 авиакомпаний разместили заказы на 22 ВС (в т.ч. 11 ВС приходится на ЮАР).

В Азии эксплуатируются 230 и заказаны 226 A319ceo. При этом, 75% азиатского рынка A319ceo приходится на Китай. Продажи МС-21-300 в Китай могут быть затруднены в связи с тем, что разрабатываемый китайский среднемагистральный C919 пользуется колоссальной административной поддержкой китайского правительства. Большинство из 815 предварительных заказов размещены государственными авиаперевозчиками и лизинговыми компаниями.

Внимание следует обратить на Индию, Сингапур, Тайланд, Филиппины, Бутан, Камбоджу, Мьянму. На Сингапур, Индию и Филиппины приходится 24% азиатских заказов Airbus (54 ВС). Если рассматривать эксплуатируемые A319ceo, которые теоретически могут быть заменены на МС-21-300, то на Индию, Сингапур, Тайланд, Филиппины, Бутан, Камбоджу, Мьянму приходится 57 ВС или 33% эксплуатируемых A319ceo.

На страны Латинской Америки приходится 94 эксплуатируемых и 96 заказанных A319ceo. Лидером является Чили (61% эксплуатируемых и 27% заказанных A319ceo). На третьем месте – Сальвадор (10% эксплуатируемых и 22% заказанных A319ceo). На втором месте по количеству эксплуатируемых A319ceo находится Колумбия (15%), по количеству заказанных Бразилия.

В странах СНГ A319ceo почти не представлен.

На основе проведённого анализа можно сделать вывод, что наиболее перспективными рынками для МС-21-300 являются страны Азии (Индия, Сингапур, Тайланд, Филиппины, Бутан, Камбоджа, Мьянма) и Латинской Америки (Чили, Колумбия, Сальвадор, Мексика, Бразилия).

Оценка деловой активности предприятия

Горшнева А.П.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
alena.lol.2014@mail.ru

Деловая активность предприятия является главным определяющим условием эффективности текущей деятельности любого предприятия, иными словами – это способность компании, основываясь на результаты своей работы, занять устойчивое положение на конкурентном рынке. [1] Деловая активность показывает эффективность использования основных видов ресурсов, таких как: основной капитал, оборотный капитал, трудовые и

финансовые ресурсы, а также характеризует качество управления, и, что не менее важно, отвечает на вопрос: какими возможностями экономического роста обладает данное предприятие. [2]

Высокий уровень деловой активности организации говорит о том, что компания с легкостью может реализовывать свои стратегические интересы, а также достигать перед собой поставленные цели, такие как: сохранение качества изделий при меньших затратах на производство, увеличение доли на рынке, создание инновационных комплектующих, что будет гарантированным конкурентным преимуществом. [3]

Опытно-конструкторское бюро (ОКБ), которое возглавил легендарный советский конструктор вертолётной техники Михаил Леонтьевич Миль, начало работу в 1947 году. Под руководством Михаила Миля ОКБ разработало наиболее известные вертолёты марки «Ми», в том числе самый популярный вертолёт в мировой истории – Ми/8. Сегодня Московский вертолётный завод имени М.Л. Миля – один из самых авторитетных мировых разработчиков вертолётной техники, чьи вертолёты эксплуатируются более чем в 100 странах.

Экономический потенциал данного предприятия имеет тенденцию сокращения, особенно по трудовым ресурсам, а также оборотным средствам за рассматриваемый период времени. Наблюдается отрицательная динамика почти всех показателей, кроме увеличения доли материальных запасов. Увеличение основных средств предприятия абсолютно незначительно, учитывая значительный уровень инфляции.

Результаты хозяйственной деятельности компании за год значительно ухудшились, показатели дестабилизировались и стали отрицательными — это говорит о том, что компания теряет заказы в сложившихся условиях, т.к. ей сложно найти новых клиентов для покупки/ремонта вертолётов, ей нужна серьезная перестройка в части номенклатурного ассортимента.

Несмотря на общую рентабельность и рентабельность оборота, которые составили небольшой прирост, предприятие неэффективно использует свой экономический потенциал, что подтверждается снижением показателей фондоотдачи, эффективности использования основных средств, оборотного капитала, низкого уровня рентабельности в целом.

За рассмотренный период времени у предприятия ликвидность непропорционально высокая. Предприятие обеспечивается собственными средствами с относительно высокими показателями коэффициента концентрации собственного капитала и коэффициента самофинансирования.

При разработке основных направлений повышения эффективности использования оборотных средств на предприятии «Вертолёты России» необходимо учитывать ряд важных моментов. Если средства, вложенные в материальные ценности, принимают денежную форму позже, чем наступает срок погашения задолженности кредитору, у предприятия возникает потребность в дополнительных источниках финансирования. Ими могут быть собственные средства, например, полученная от покупателей выручка за ранее отгруженную продукцию, иные поступления денежных средств, имеющих, как правило разовый характер, или заемные средства, принимающие в большинстве случаев вид краткосрочных кредитов банка.

Список литературы:

1. Артеменко В.Г., Беллендир М.В. Финансовый анализ. — М.: ДИС, 1999 г.

2. Бернстайн Л.А. Анализ финансовой отчетности: Пер. с анг. / Научн. Ред. перевода чл.-корр. РАН И.И. Елисеева. Гл. ред. серии проф. Я.В. Соколов. М.: Финансы и статистика, 1996.

3. Ковалев В.В. Введение в финансовый менеджмент. М.: Финансы и статистика, 1999.

Особенности управления персоналом на предприятиях промышленной сферы

Гримаренко Е.О.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Зубеева Е.В.
МАИ, Москва
grimarenko1997@gmail.com

Технология управления персоналом – это инструмент, с помощью которого субъект управления (руководитель) воздействует на объект управления (кадры).

Технологии управления персоналом развивались с самого начала совместной трудовой деятельности людей. К основным видам технологий управления персоналом относятся: подбор, отбор и наем персонала; оценка сотрудников; адаптация; мотивация труда; организация и нормирование труда; управление социально-психологическим климатом и организационной культурой; обучение и развитие персонала; социальное развитие и другие.

Эффективность применения тех или иных технологий управления персоналом в практической деятельности зависит от многих факторов: страновые, этнические особенности и традиции; уровень экономического и социального развития конкретного общества; сформировавшиеся нормы приемлемого и неприемлемого поведения и другие. В результате технологии управления персоналом, успешно применяемые в одном обществе (стране, регионе) не имеют необходимого положительного эффекта в другом обществе. Эта хорошо показали провальные попытки применения западных технологий управления персоналом в российской управленческой практике без адаптации к национальным особенностям. Причинами неэффективности применения таких технологий являются: отсутствие учета сложившейся системы управления персоналом; стремление к ускорению процессов; бездумное перенесение чужой технологии в практику управленческой деятельности; несоответствие между новой технологией и сложившейся организационной культурой.

Концепция управления человеческими ресурсами, широко применяемая в развитых странах, предполагает, что персонал является ключевым стратегическим ресурсом организации. Целью стратегии управления персоналом является обеспечение долгосрочной конкурентоспособности компании. Считается, что более конкурентоспособной в перспективе будет та организация, в которой выше человеческий потенциал.

Итак, разработка и выбор стратегии развития технологии управления персоналом является главнейшим фактором успешной управленческой практики.

Стратегия развития технологии управления персоналом представляет собой выбор приоритетных направлений применения тех или иных инструментов кадрового управления для достижения целей организации.

При разработке и реализации стратегии развития технологии управления персоналом необходимо учитывать следующее: организация представляет собой систему, все элементы которой взаимосвязаны; если существующая система неэффективна, то и перенесение новых технологий на нее не даст положительного результата; так как система склонна к восстановлению своей устойчивости, она будет отвергать чуждые ей элементы.

В разработке стратегии развития технологии управления персоналом необходимо отдавать должное внимание корпоративной организационной культуре и идеологии. Необходимо формировать единство между целями организации и её кадрами.

Для успешного применения новых технологий управления персоналом, как и при любых инновациях, должны соблюдаться следующие принципы, уменьшающие сопротивление переменам: своевременное предоставление необходимой информации; повышение квалификации; поощрение участия в организационных изменениях; вовлечение персонала в инновационный процесс.

При внедрении новых технологий управления персоналом необходимо учитывать тот факт, что на линейном уровне руководители также должны разделять идеологию высшего руководства. В противном случае стратегия развития деформируется или не будет реализована вовсе. Формальное отношение к новым технологиям управления персоналом

существенно препятствует эффективности их применения на российских предприятиях. Поэтому необходимо прежде всего убедить линейных руководителей в правильности стратегического выбора компании, добиться принятия ими новых норм и ценностей.

Таким образом, можно вывести следующие заключения: совершенно неэффективно копировать и бездумно переносить на организацию управленческие технологии, успешно применяемые в других компаниях; необходимо учитывать особенности каждой конкретной организации; важнейшим для успешности применения технологий управления является организационная культура и идеология компании, что необходимо формировать; технологии необходимо продвигать на линейном уровне, прежде всего воздействуя на линейных руководителей.

Список литературы:

1. Маслов, Е.В. Управление персоналом: технология и идеология [Электронный ресурс] / Cyberleninka. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-personalom-tehnologiya-i-ideologiya (дата обращения 19.02.2020)

2. Мкртычан, Г.А. Причины сопротивления персонала организационным изменениям: взгляд менеджеров как агентов перемен [Электронный ресурс] / Cyberleninka. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/prichiny-soprotivleniya-personala-organizatsionnym-

Способы определения транснациональных корпораций в различных учениях

Данилова К.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Зубеева Е.В.
МАИ, Москва
kristi-danilo@yandex.ru

В наше время большое распространение имеют транснациональные корпорации (компании)(ТНК). Характерная черта ТНК – симбиоз руководства головного офиса с определённой самостоятельностью её филиалов. Критерии определения ТНК:

- Филиалы в 2 – 6 странах;
- Минимальная доля иностранных операций от 10 до 25%;
- Многонациональный персонал предприятия;
- Размер корпорации;

Создание ТНК происходит в целом для более успешного противостояния в конкурентной борьбе как на локальном, так и на глобальном уровне, а в следствии, для увеличения прибыли компании. Вдобавок к этому есть ряд привилегий. Например, снижение размера таможенных пошлин, а также налоговых ставок, срок уплаты которых может быть продлён на определённое время. Сокращая финансовые издержки в налогах, появляются свободные денежные средства, например, для зарубежных проектов.

Среди американских учёных, Д. Гель исследовал уровень централизации корпорации по сферам деятельности: провёл опрос руководителей головных предприятий и их филиалов обрабатывающей промышленности, по результатам оценил уровень централизации по балльной шкале от 1 до 5 (где 1 – децентрализация, а 5 – централизация), и выявил, что наибольшая централизация имелась при принятии управленческих решений (УР) в сферах финансов и НИОКР, а наименьшая – в маркетинге и закупках

Тему централизации принятия УР рассмотрел и Уильям Эгельхофф. В результате анализа данных ТНК обрабатывающей промышленности он сделал выводы о повышении степени децентрализации при увеличении:

- Объёма зарубежных операций и производства;
- Степени разнообразия продукции разными филиалами;
- Степени владения зарубежными филиалами (измерение в общем объёме зарубежных продаж филиалов ТНК, доля головного предприятия в которых составляет более 30%);
- Степени приобретения иностранной собственности (измерение в общем объёме зарубежных продаж филиалов ТНК за последние 10 лет);

Интересным исследованием теории возникновения ТНК является учение американских учёных Дж. Стопфорда и Л. Уэллса. В целом их исследование описывало, какие изменения (фазы) происходят в фирме по мере её превращения в транснациональную корпорацию.

Первая фаза – начальная: предприятие невелико, имеет во главе одного управленца, как следствие, успех компании зависит от его знаний. Компания и объём работ растут, что требует передачи части обязательств другому менеджеру на более низкий уровень. То есть, создаются различные отделы по функциям, подчиняющиеся президенту фирмы.

Вторая фаза: ранее сформированные функциональные отделы делятся на меньшие подотделы. Менеджер компании и подчиняющиеся ему отделы продолжают оставаться основными элементами схемы управления. Фирма продолжает выпускать продукцию одной номенклатуры. Рост обеспечивается благодаря вертикальной интеграции, например, покупки поставщика. Недостаток фазы: может не хватать квалифицированных генеральных управляющих для производства новой продукции.

Третья фаза – расширение номенклатуры, что приводит к нарушению баланса в руководящей структуре, так как руководители отделов не могут принимать решения в таких масштабах. Эскалация вопросов на уровень выше приводит к высокой загруженности. Следствие – изменение структуры компании.

В СССР также были учёные, изучавшие ТНК, например, А. Ю. Юданов. В его понимании ТНК – это фирма, имеющая зарубежные подразделения, которые должны учитываться как составные части одного общего механизма. Механизм функционирует в глобальном масштабе в рамках единой стратегии. Тем самым, ТНК – превентивная антикризисная мера в повышении устойчивости корпорации.

И.В. Зубарев, И.К. Ключников определяют ТНК как фирмы, осуществляющие деятельность глобального характера и оказывающие позитивное влияние на международные экономические отношения, активизирующие процессы транснационализации и интеграции экономик отдельных стран.

По мнению В.Д. Щетинина, принятие решений в ТНК должно быть чётким и согласованным, ресурсы должны правильно распределяться между филиалами и т.д. ТНК – это корпорации, в которых головная корпорация контролирует все стороны её деятельности для обеспечения наибольшей прибыли.

Данная тема не является полностью изученной, так как, при постоянном изменении финансовой сферы, необходимо постоянное обновление базы данных, анализ происходящих явлений, а также прогнозирование дальнейших путей развития.

Список литературы:

1. Владимирова И.Г. — Роль и место транснациональных корпораций в современной экономике [Электронный ресурс]: «Корпоративный менеджмент». URL: https://www.cfin.ru/press/management/1998-2/04.shtml (дата обращения: 11.12.2019)

2. Евсеева Ю.В. — Подходы к определению транснациональной корпорации [Электронный ресурс]: «Cyberleninka». URL: https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-opredeleniyu-transnatsionalnoy-korporatsii-1 (дата обращения: 13.01.2020)

3. Смагина В.И. — Понятие и сущность ТНК [Электронный ресурс]: «Cyberleninka». URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-i-suschnost-tnk (дата обращения: 11.12.2019)

Организация эффективного менеджмента в системе взаимодействия различных служб аэропорта Шереметьево

Жерновая О.И.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Землянская Н.Б.
МАИ, Москва
lesya_6996@mail.ru

Международный аэропорт Шереметьево (АО «МАШ») – крупнейший по площади аэровокзальный комплекс России, важная часть мировой транспортной системы. Это лидер среди крупнейших аэропортов мира по пунктуальности и лучший в Европе по качеству

обслуживания пассажиров. В последние годы Шереметьево развивается стабильно и динамично в соответствии с Генеральным планом и Долгосрочной программой развития до 2026 года. Цели на 2030 год в 100 миллионов пассажиров и 500 тысяч тонн грузов с качеством обслуживания на высшем уровне могут быть достигнуты только при условии непрерывного и преждевременного развития инфраструктуры, организации эффективного менеджмента.

В работе было предложена разработка системы общего принятия решений в аэропорту Шереметьево A-CDM (airport collaborativedecisionmaking).

Цель системы A-CDM: улучшить планирование и использование ресурсов и обеспечить бесперебойную работу аэропорта при тесном взаимодействии всех служб.

Осуществление идей A-CDM в аэропорту Шереметьево определяет реализацию главных элементов, рекомендованных Евроконтролем:

1. Элемент концепции «Обмен информацией» системы A-CDM для АО «МАШ» внедрен на основе инновационной разработки АОДБ «Синхрон» для обеспечения локального принятия решений для каждого партнера и упрощения процессов внедрения элементов системы A-CDM;

2. Элемент концепции «Поэтапный подход» заключается в дальнейшем увеличении уровня общей ситуационной информированности всех партнеров в аэропорту Шереметьево в момент прибытия и на стадиях нахождения самолёта на стоянке между двумя рейсами;

3. Элемент концепции «Измеряемое время руления» – это точные значения времени руления воздушным судном для каждого типа, с учетом его местоположения, коэффициента сцепления, коэффициента трения-качения и рабочего курса взлётно-посадочной полосы;

4. Элемент концепции «Порядок действий перед отправлением» описывает этап первоначального планирования до момента взлета;

5. Элемент концепции «Общая последовательность действий при подготовке к отправлению» дает возможность достичь главных целей элемента предшествующей концепции;

6. Элемент концепции «Неблагоприятные условия» позволяет наиболее эффективно контролировать снижение пропускной способности и облегчает процесс быстрого восстановления нормальной пропускной способности, после прекращения влияния неблагоприятных условий на работу аэропорта.

Реализации концепции A-CDM между Центром управления аэропортом, контролем узлового аэропорта авиакомпании «Аэрофлот» и Шереметьевским центром ОВД положительно повлияет на эффективность работы всех служб, что поможет сократить время, затрачиваемое на планирование ресурсов и время полёта воздушного судна по средствам увеличения точности прогнозирования, что в окончательном результате приведет к значительному уменьшению расходов авиакомпаний и окажет благотворительное влияние на удовлетворенность клиентов аэропорта.

Организация маркетинговой деятельности в сфере поставок радиоэлектронных комплектующих на примере компании ООО «ПромЭлектроГрупп»

Зубцова Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сазонов А.А.
МАИ, Москва
natasha3896@mail.ru

Необходимым звеном системы управления предприятий является маркетинговая деятельность. Компании различного рода деятельности – от мелких розничных торговцев до крупных товаропроизводителей, а также некоммерческие организации (учебные, лечебные, церкви, музеи, симфонические оркестры и др.) постоянно продвигают свою деятельность к потребителям и клиентам. Именно это продвижение обеспечивает предприятию необходимый сбыт производимой продукции, что наполовину является залогом успешного его

функционирования. От эффективности маркетинговой деятельности напрямую зависит эффективность работы всего предприятия.

В данной работе рассмотрена организационно-экономическая характеристика компании ООО «ПромЭлектроГрупп», произведен анализ всех элементов комплекса маркетинга, а также предложены рекомендации для дальнейшего продвижения компании ООО «ПромЭлектроГрупп» на рынке.

Компания ООО «ПромЭлектроГрупп» — это динамично развивающаяся компания, предлагающая комплексные решения и услуги в области поставок широкой номенклатуры радиоэлектронных комплектующих, как отечественного, так и импортного производства, направленные на повышение эффективности заказчика.

На сегодняшний день, компания ООО «ПромЭлектроГрупп» является одной из самых известных организаций, предоставляющие услуги в сфере ЭКБ. Существуя на рынке с 2004 года, смогла сформировать положительный имидж и репутацию у своих покупателей.

Реализация элемента promotion (продвижения) осуществляется с помощью маркетинговых коммуникаций, в которые входят четыре основных элемента: реклама, пиар, стимулирование сбыта и личная продажа.

Ниже будет рассмотрено, каким образом происходит продвижение на рынок компанией ООО «ПромЭлектроГрупп»:

• У компании имеется сайт http://mtg.group.ru. Стоит отметить, что сайт сделан хорошо, внешне не вызывает отторжения, все логично и удобно расположено, представлена исчерпывающая информация об организации.

• Ежегодно ООО «ПромЭлектроГрупп» участвует в форумах, проводимые государственной корпорацией «Ростех, где также проходят бизнес-встречи с потенциальными клиентами и партнерами.

• ООО «ПромЭлектроГрупп» регулярно участвуют в различных выставках продукции военного, двойного и гражданского назначения, где распространяются брошюры с информацией о компании и различные сувениры с логотипом.

Из явных минусов компании, это полное отсутствие маркетингового отдела и маркетолога.

Автором были проанализированы маркетинговая деятельность в сфере продвижения компании, и были разработаны следующие рекомендации:

1. Обязательное участие в международном военно-техническом форуме «Армия-2020», так как форум является уникальной базовой платформой для демонстрации лучших достижений научно-технической мысли для предприятий, готовых выступить в линейке кооперации различных уровней в интересах оборонно-промышленного комплекса.

2. Принятие на работу к себе маркетолога – универсала, который будет заниматься решением любых задач в области маркетинга. С появление такого специалиста компании не придется переживать за возможные ошибки в работе по организации сбыта продукции с учетом требований рынка.

Несмотря на то, что компания занимает ведущие позиции на рынке поставок радиоэлектронных компонентов, ей нужно продолжать дальше развиваться. Нужно стремиться улучшать показатели критериев, свои позиции на рынке оказываемых услуг, а также разрабатывать новые идеи и программы для привлечения клиентов.

В заключении статьи хочется отметить, что сейчас, в связи с растущей конкуренцией на рынке поставок радиоэлектронных комплектующих, очень важно ответственно и грамотно подходить к организации маркетинговой деятельности компании. Впрочем, это касается всех компаний, которые хотят оставаться конкурентно способными на рынке, так как от эффективности маркетинговой деятельности напрямую зависит эффективность работы всего предприятия.

Список литературы:

1. Блюм М.А., Герасимов Б.И., Молоткова Н.В. Маркетинг рекламы. Учебное пособие. – М.: Форум, Инфра-М, 2015. – 144 с.

2. Данько Т.П. Управление маркетингом (методический аспект). Учебное пособие. — М.: ИНФРА-М — НОРМА, 2013. — 280 с.

Использование концепции PLM на предприятиях авиационно-космического комплекса

Кайбелева В.Р.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Зубеева Е.В.
МАИ, Москва
venera28.98@mail.ru

Производство авиационной техники – одна из отраслей машиностроения, характеризующаяся обширной номенклатурой деталей, которые изготавливаются с применением множества средств технологического оснащения.

В современном мире конкурентоспособность авиационных предприятий невозможно обеспечить без современных технологичных решений по управлению жизненным циклом изделий. В связи с этим в последние годы российские производители авиационной техники взяли на вооружение PLM-системы.

Современные проекты изделий в авиационно-космической промышленности характеризуются высокой сложностью. Продукты (решения?) которые предлагает IT-рынок, позволяют предприятию безопасно управлять данными об изделиях на уровне аэрокосмической промышленности. Такие решения позволяют решить задачи, возникающие на всех этапах жизненного цикла изделия: от проектирования до утилизации.

Среди таких продуктов, активно внедряемых авиационными предприятиями, выделяют системы CAD, PDM, ERP, MES которые формируют концепцию PLM (Product Lifecycle Management). Продукты компании Siemens Digital Industries Software для управления ЖЦИ (PLM) широко используются предприятиями авиационно-космической промышленности.

Как и любая система, концепция PLM имеет свои достоинства и недостатки. В качестве достоинств PLM для авиационно-космической промышленности выделим следующие:

1. Сокращение сроков вывода изделия на рынок
2. Увеличение прибыли
3. Повторное использование оптимальных решений
4. Сокращение производственных затрат
5. Интеграции файлов и документооборота.

К недостаткам можно отнести:

1. Высокая стоимость лицензий, внедрения и сопровождения;
2. Отсутствие полноценной локализации и поддержки
3. Почти полное отсутствие интеграции с отечественными конструкторскими и технологическими САПР;

Придерживаясь данного исследования, автором работы предлагается методика эффективного внедрения информационных систем на предприятиях авиационно-космического комплекса.

Теоретико-методические аспекты формирования стратегической отчетности

Клестова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Комарова Н.В.
МАИ, Москва
anastasiaav55@mail.ru

На сегодняшний день одной из немаловажных задач хозяйствующего субъекта, наряду с координацией усилий для достижения целей своей деятельности, становится оценка непрерывности деятельности. В связи с этим, в управленческом учете появилось направление, которое непосредственно связано с учетом стратегии хозяйствующего субъекта для формирования стратегической отчетности.

Под стратегией развития следует понимать совокупность способов и методов, направленных на достижение хозяйствующим субъектом поставленных целей. Формирование

стратегии развития влияет на приспособление бизнеса к постоянно меняющимся внешним и внутренним факторам. Реализуемая стратегия во многом определяет успешность любой предпринимательской деятельности хозяйствующего субъекта и позволяет коммерческой организации адаптироваться к быстро изменяющимся условиям рынка.

Проблема устойчивого развития предприятий может быть решена путем формирования обоснованной стратегии развития и проведения таких мероприятий, которые направлены на её достижение. Одним из способов решения этой задачи выступает построение хозяйствующим субъектом системы стратегического менеджмента и разработка на его основе стратегической отчетности, повышающей степень обоснованности разработанной стратегии. Так как законодательством не установлен порядок составления такого вида отчетности, данная проблема является актуальной. В свою очередь, стратегическая отчетность содержит в себе полную информацию о будущем развитии организации под влиянием внутренней и внешней среды и позволит принять правильные и своевременные управленческие решения.

Объект исследования — стратегический менеджмент и отчетность.

Предмет исследования — теоретические и методологические аспекты стратегического менеджмента, базирующегося на данных управленческого и финансового учета.

Целью проведенного исследования является определение роли управленческого и финансового учета при формировании данных стратегического учета и отчетности, обоснование необходимости применения стратегического менеджмента и учета, составления стратегической отчетности для целей повышения эффективности управления и оценки предпринимательской деятельности хозяйствующего субъекта.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

• Разработка понятийного аппарата стратегического менеджмента и отчетности, определение пользователей данной информации;

• Формирование информационной базы для расчета показателей стратегического менеджмент и отчетности;

• Определение роли финансового и управленческого учета для целей построения стратегического учета и формирования стратегической отчетности;

• Проведение анализа ключевых показателей бухгалтерской (финансовой) и других видов отчетности;

• Расчет прогнозных значений ключевых показателей эффективности;

• Составление стратегической отчетности, посредством которой выявляются сильные и слабые стороны организации для последующего принятия стратегических управленческих решений.

Список литературы:

1 Ковени, М. Стратегический разрыв: Технологии воплощения корпоративной стратегии в жизнь: пер. с англ./М. Ковени, Д. Гэнстер, Б. Хартлен Д. Кинг. — М.: Альпина Бизнес Букс, — 2017. — 232 с.

2 Безносова, А.С. Теоретические аспекты формирования конкурентной стратегии предприятия/А.С.Безносова// Экономика и управление: новые вызовы и перспективы. — 2016. — № 4. — С. 121 — 124.

3 Николаева, О. Стратегический управленческий учет / О. Николаева, О. Алексеева. — М.: ЛКИ. — 2017. — 304 с.

4 Зуб, А.Т. Стратегический менеджмент: Учебник и практикум / А.Т. Зуб. — Люберцы: Юрайт. — 2016.

5 Фатхутдинов, Р.А. Стратегия конкурентоспособности / Р.А. Фатхутдинов. — М.: Экономика. — 2017.

6 Хангер, Дж. Д. Основы стратегического менеджмента: Учебное пособие: пер. с англ./ Дж. Д. Хангер, Т.Л. Уилен. — М.: ЮНИТИ. — 2016.

7 Мескон, М.Х. Основы менеджмента: пер. с англ./ М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоу. — М.: Дело. — 2017.

8 Chandler, A.D. Strategy and Structure: A. Chapter in the History of Industria l Enterprises./ A.D. Chandler // -Cambridge, Mass: MIT. Press. — 1962.

9 Виссема, Х. Стратегический менеджмент и предпринимательство: возможности для будущего процветания: пер. с англ. — М.: Финпресс. — 2016. 271 с.
10 Кондрашова, О.Р. Построение управленческого учета по сегментам: теоретический и практический аспекты/О. Р. Кондрашова// Фундаментальные исследования. — 2015.- №11.

Анализ состояния региональной инфраструктуры по управлению воздушными перевозками

Комиссарова И.В.
Научный руководитель — д.э.н. Агеева Н.Г.
МАИ, Москва
Komirina2011@yandex.ru

Развитие социально значимых местных и региональных воздушных перевозок и аэропортовой деятельности в северных и удалённых районах РФ требует формирования эффективных способов государственной поддержки деятельности авиаперевозчиков и операторов аэропортов.

Наибольшее внимание при поддержке социально-значимых перевозок уделяют такие регионы как: Мурманская область, Сахалинская область, Архангельская область, Республика Карелия.

В Дальневосточном и Сибирском Федеральных Округах действует разветвленная аэродромная сеть местных авиалиний. В данных местностях располагается половина населённых пунктов России, которые обеспечены местным авиасообщением, но доля населённых пунктов, не имеющих альтернативного наземного сообщения остается подавляющей.

В Северно-Западном Федеральном округе осуществляют свою деятельность 4 крупных аэропорта: Сыктывкар, Нарьян-Мар, Архангельск, Мурманск. Аэропорты Архангельска и Сыктывкара имеют статус международного аэропорта, что оказывает влияние на объём перевозок пассажиров.

Транспортная доступность удаленных от центра населенных пунктов Республики Коми и Ненецкого Автономного Округа обеспечивается вертолётами Ми-8. В представленных субъектах РФ крайне важными являются субсидируемые из бюджета социальные пассажирские авиаперевозки.

СЗФО отличается довольно развитой добывающей в северных районах, что позволяет говорить о росте спроса на местные авиаперевозки.

Мало развита транспортная доступность в таких регионах как: северные районы Красноярского края, Тюменская область, Иркутская область. Данные аэропорты имеют возможность стать транзитными хабами, для осуществления перевозок по местным воздушным линиям.

В Центральном Федеральном Округе наблюдается высокая концентрация железнодорожных магистралей. Аэропорты местного значения (Ярославль, Воронеж, Курск) располагаются на недостаточном расстоянии от аэропортов Московского авиаузла для того чтобы организовать экономически окупаемые авиаперевозки.

Уральский Федеральный Округ отличается развитой наземной инфраструктурой. Крупными аэропортами Уральского Федерального Округа являются такие аэропорты как Челябинск (Баландино), Екатеринбург (Кольцово) развивающийся, как крупный транзитный хаб.

При финансовой поддержке средств из регионального бюджета верным решением будет создание авиакомпании местных воздушных линий, и организация доставки пассажиров из связанных узловых аэропортов (Салехард, Курган) в крупные узловые аэропорты.

Южный Федеральный Округ имеет высокую плотность автомобильного и железнодорожного сообщения. Местные перевозки необходимы для связи административных центров субъектов РФ с федеральным центром.

Наблюдается высокая конкуренция между авиакомпаниями местных воздушных линий и автомобильным и железнодорожным транспортом, как более дешевым видом транспорта. Но

если объединиться с крупными магистральными перевозчиками можно сократить себестоимость рейса и увеличить коммерческую загрузку рейсов.

Приволжский Федеральный Округ отличается высокой плотностью автомобильных дорог. К крупным региональным аэропортам относятся Нижний Новгород, Оренбург, Казань.

Дальневосточный Федеральный округ отличается низкой плотностью населения и плохим наземным транспортным сообщением.

Большинство населённых пунктов, таких как: Республика Якутия, Магаданская область, Камчатская область, острова Сахалин используют воздушный транспорт практически круглогодично, как единственное средство транспортного сообщения.

Центральный Федеральный Округа обслуживает более 3/4 всех пассажирских и грузовых авиаперевозок по местным воздушным линиям. Регионы РФ отличаются слабо развитой сетью воздушных линий, как следствие доступ на международные авиарынки для них затруднен.

Развитие экономически эффективных авиаперевозок в северных и территориально удаленных регионах в северных районах европейской части РФ) затруднено.

Расположенные в регионах небольшие аэропорты из-за низких объемов авиаперевозок не имеют возможности самостоятельно эффективно развивать свою деятельность, их выбытие снижает транспортную доступность населенных пунктов. Подводя итог вышесказанному можно отметить, что необходимо улучшение системы субсидирования всех регионов. Нужно обратить внимание на Сибирский, Дальневосточный округа и северный район европейской части РФ, где по причине экономических и климатических условий затруднено развитие авиаперевозок. Необходимо повысить объёмы авиаперевозок до должного уровня.

Список литературы:

1. Кисиленко, А.Н. Оценка и прогноз развития воздушного транспорта на Северо-Востоке европейской части Российской Федерации / А.Н.Кисиленко // Региональная экономика: теория и практика. – 2017. – № 1. – С. 74-84.

2. Ле Мань, Туан Региональные факторы и особенности развития воздушного транспорта в РФ / Туан Ле Мань // Практический маркетинг. – 2011. – № 2. – С. 37-40.

Проблема государственного регулирования отечественной авиационной промышленности

Кондратьев Д.В.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Клочков В.В.
МАИ, Москва
kandr_at@mail.ru

Авиационная промышленность России является одной из ключевых высокотехнологичных наукоемких отраслей для национальной экономики и оборонно-промышленного комплекса, объединяющая более 200 предприятий, расположенных в 40 регионах России. Объем выпуска продукции отрасли составляет более 1 трлн руб., треть из которого – экспорт. При этом конкурентоспособная продукция гражданского назначения на текущий момент отсутствует.

За последние годы в авиационной промышленности страны произошли существенные изменения, связанные с консолидацией отрасли, завершающейся вхождением Объединенной авиастроительной корпорации в Государственную корпорацию «Ростех», запуском и реализацией проектов по созданию и модернизации авиационной техники военного и гражданского назначения, модернизацией производственного, конструкторского и научно-исследовательского комплекса.

Однако основные проблемы развития отрасли, связанные с зависимостью предприятий от государственных заказов, низкой эффективностью корпоративного управления, сложностями создания научно-технического задела, проблемами и барьерами в области производства, не решены до сих пор. Особое место при этом занимает проблема эффективности государственного регулирования отрасли.

В первую очередь это связано с тем, что государство является одновременно регулятором отрасли и основным заказчиком (военная продукция финансируется по линии Министерства обороны, гражданская — через Минпромторг). Недостаток авансирования по государственным контрактам в условиях ограниченности материальных и финансовых ресурсов авиационных предприятий, сложности федерального законодательства в сфере ГОЗ и закупочной деятельности существенно усложняет выпуск продукции с заданными сроками. Система регулирования ценообразования по схеме «20% (собственные затраты) + 1% (привнесенные затраты)» не позволяет построить эффективные кооперационные цепочки, так как предприятия вынуждены включать в свои циклы максимальное количество производственных процессов в целях обеспечения рентабельности деятельности. Методы продвижения продукции гражданского самолётостроения, предусматривающие директивное снижение стоимости продукции в 2-3 раза на уровне поставщиков 1-4 уровней, создают риски потери ликвидности предприятий, участвующих в таких проектах. И здесь очевиден недостаток таких мер государственной поддержки предприятий, как методы налогового стимулирования, обеспечение доступа к долгосрочному льготному заемному финансированию с минимальными ставками, внедрение прозрачного и эффективного механизма субсидирования деятельности предприятий и т. д.

Согласно Стратегии развития авиационной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года, отечественное авиастроение – это экономически устойчивая, глобально конкурентоспособная отрасль, встроенная в мировой рынок и международное разделение труда, а также способная обеспечить всю научно-производственную цепочку для нужд государственной авиации, с достижением к 2030 году показателя выручки организаций отрасли в размере 2,6 трлн руб. Следовательно, государственная политика в области авиационной промышленности должна отвечать современным вызовам развития отрасли, соблюдая при этом баланс интересов государства как заказчика и организаций. Среди мер по развитию отрасли необходимо предусмотреть поддержку авиастроительных предприятий на основе их компетенций в целом, софинансирование инициативных НИР и ОКР, беспроцентные займы на выполнение государственных контрактов, сокращение вмешательства в финансово-хозяйственную деятельность предприятий, пересмотр модели ценообразования в отрасли, оптимизацию активов предприятий с целью снижения уровня накладных расходов и т. д. Отдельно стоит отметить необходимость формирования на отраслевом уровне системы послепродажного обслуживания, являющейся ключевой составляющей успеха новых проектов на мировом рынке, с обеспечением со стороны разработчиков и производителей продукции конструкторского сопровождения на всем этапе жизненного цикла.

Эффективность государственного регулирования является залогом развития авиационной промышленности. Сбалансированные меры поддержки позволят повысить эффективность текущей модели отрасли, в т.ч. увеличить оборачиваемость активов, рентабельность, финансовую устойчивость предприятий, что обеспечит привлечение частных инвестиций, создание конкурентоспособных условий труда, реализацию в глобальной перспективе потенциала внутреннего рынка и увеличение доли российской авиационной промышленности на международном рынке.

Список литературы:

1. Стратегия развития авиационной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года. [Электронный ресурс]. URL: http://minpromtorg.gov.ru/

2. Государственная программа «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы» [Электронный ресурс]. URL: http://government.ru/rugovclassifier/849/events/

3. Доклад о целях и задачах Минпромторга России на 2019 год и основных результатах деятельности за 2018 год. [Электронный ресурс]. URL: http://minpromtorg.gov.ru/

Анализ эффективности качества экономических решений в сфере управления логистикой на высокотехнологичном предприятии

Королев Е.Э.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сазонов А.А.
МАИ, Москва
j.corleow2012@yandex.ru

Логистические процессы связывают всю деятельность предприятия, начиная от закупки, заканчивая отгрузкой готовой продукции конечному потребителю. В связи с этим оптимизация логистический процессов, а также оптимизация принятия связанных с ними решений играет не маловажную роль на современном рынке. В 1914 году финансистами американской компании DuPont было предложено уравнение, как модификация применяемого факторного анализа. Идеей уравнения было продемонстрировать цепную зависимость финансовых показателей и показать влияние, казалось бы, не значимых показателей на общий финансовый результат. В связи с вышесказанным, уравнения DuPont отлично подходит для оценки эффективности принимаемых решений на всех уровнях организационного устройства.

Для оптимизации закупочного процесса на предприятии была внедрена SRM система (Supplier Relationship Management System), в рамках интеграции с уже существующей системой всеобщего корпоративного управления. SRM система главным образом позволила сократить трудоемкость закупочного процесса, во-первых – через снижение количества итераций на согласование договора закупки, во-вторых – через снижения количества ошибок в заявочной карточки закупки. Так процесс согласования закупки снизился с 21 пункта (19 ч/ч) до 6 (3,3 ч/ч), что в относительном выражении составляет снижение времени закупки на 82,1%. Количество ошибок при заполнении карточки снизилось на 30%. Так до внедрения SRM процент, правильно заполненных карточек имел показатель 57, а после внедрения 78. Это привело к увеличению экономии на закупках. Если посчитать отношение плановой суммы закупки к фактической, до внедрения SRM, экономия составляла 22,7%, после внедрения 22,9%. Увеличение экономии на 0,2% в абсолютном выражении составляет 26 539 237 рублей. Внедрение SRM так же позволило сократить штат сотрудников, причастных к процессу закупки на 41% со 107 до 56 человек, что привело к экономии на заработной плате в 71 971 200 рублей (47,6%). SRM так же способствовало выстраиванию долгосрочных доверительных отношений с поставщиками, что позволило снизить уровень риска при закупочной деятельности, и как следствие снизить количество запасов на складе на 10%. До внедрения SRM запас по всем направлениям закупки составлял 22,5 дней, после интеграции показатель снизился до 20,8 дней, снижение на 8,17%. В рублевом выражении до внедрения ценность ресурсов, хранящихся на складе составляла 535 622 000 рубля, после 465 574 000 рубля, снижение на 15%. Следовательно, SRM система привнесла экономию на запасах на 70 048 000 рублей.

В итоге введение SRM системы позволило снизить: переменные затраты на 0,1% (26 млн.руб.), постоянные затраты на 1% (71 млн.руб), текущие затраты на 0,11% (70 млн.руб.), общие затраты на 0,001% (98 млн.руб.); и повысить: ROA на 0,02%, ROE на 0,01%. Вывод: логистические процессы играют большую роль в деятельности компании. Их оптимизация позволяет высвободить большое количество финансовых средств. Для отслеживания эффективности принятых решений по оптимизации отлично подходит уравнение DuPont, которое позволяет наглядно оценить полученный результат.

Список литературы:

1. Проценко И.О., Лайков Д.В. Эффективность внедрения SRM в закупочной деятельности предприятия / И. О. Проценко, Д. В. Лайков // Человеческий капитал и профессиональное образование. – 2015. – №1. – С. 59-74

2. Динукова О.А. Модель дюпона и её применение для оценки экономической эффективности в логистике / О. А. Динукова // Вестник Самарского государственного университета. – 2016. – №5. – С. 78-53

Оценка эффективности программ развития и стимулирования авиационных перевозок в Дальневосточном федеральном округе

Кочнева Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Немчинов О.А.
Самарский университет, Самара
darina.dasha96@mail.ru

Российская Федерация имеет большую площадь расселения, при этом около 40% площади занимает Дальневосточный федеральный округ (ДФО). Численность населения на 2019 год составляет 8 188 623 человек, что составляет 5,6% от общей численности населения страны. Данная статистика свидетельствует о низкой плотности населения данного региона. Регион имеет стратегическое для страны значение, так как большинство его субъектов имеют выход к морю.

В связи с большой значимостью Дальневосточного федерального округа, для координации деятельности по реализации госпрограмм и федеральных целевых программ 21 мая 2012 года было создано Министерство РФ по развитию Дальнего Востока (с 26 февраля 2019 года переименовано в Министерство РФ по развитию Дальнего Востока и Арктики).

Транспортная подвижность населения, определяющая объемы оказываемых транспортными компаниями услуг по перевозке пассажиров, зависит от состояния национальной экономики и уровня жизни населения, как отдельных субъектов, так и страны в целом.

В настоящее время в ДФО проводится модернизация транспортной инфраструктуры, оптимизация существующих маршрутов, а также разработка новых: развитие автодорожных подходов к морским портам; увеличение суммарной пропускной и провозных способностей Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей (в 1,5 раза или до 182 млн. тонн; 129 пар грузовых поездов в сутки); формирование узловых транспорт-логистических центров; реконструкция 66 аэропортовых комплексов; субсидирование воздушных перевозок; увеличение пропускной способности внутренних водных путей за счет строительства новых гидроузлов и обновления обслуживающего флота.

Стоит отметить, что в ряде субъектов ДФО отсутствует железнодорожное сообщение, воздушный транспорт является для части населения единственным средством передвижения. Поэтому в последней программе социально-экономического развития Дальневосточного федерального округа большое внимание уделяется развитию авиационного транспорта, а также вопрос о его доступности для большей части населения.

С 2017 года Правительство РФ активно применяет программы субсидирования авиационных перевозок на Дальнем Востоке, что значительно повышает пассажиропоток внутренних авиаперевозок.

В рамках исследования проведена оценка эффективности субсидирования авиамаршрутов Дальнего Востока, с учетом стоимости авиаперевозок, а также с учетом занятости кресел авиакомпаний в направлениях: Хабаровск – Иркутск, Южно-Сахалинск – Хабаровск, Хабаровск – Владивосток, Петропавловск-Камчатский – Владивосток, Хабаровск – Магадан, Петропавловск-Камчатский – Хабаровск. Для оценки субсидирования авиаперевозок анализировались такие показатели как: тип воздушного судна, количество кресел, протяженность маршрута, загрузка, пассажирский тариф в одну сторону, специальный тариф в одну сторону, расчетные расходы на выполнение рейса, расчетные доходы от рейса (пассажирская выручка, субсидия, финансовый результат от программы субсидирования).

На основе проведенных расчетов построена корреляционно-регрессионная модель пассажиропотока от таких переменных как: величина среднего пассажирского тарифа; сезон выполнения авиаперевозок; временной тренд, характеризующий месяц выполнения авиаперевозки.

На направлениях Хабаровск – Магадан и Хабаровск – Иркутск финансовый результат от выполненных авиаперевозок оказался отрицательным (более 5%), то есть программа

субсидирования на этих направлениях не совсем действенная, большие затраты на простои воздушного судна.

В рамках данного исследования рассмотрена авиационная подвижность населения ДФО как фактор уровня жизни. Показатель транспортной подвижности широко используют при перспективном планировании пассажирских авиаперевозок.

В данной работе, исходя из численности населения и пассажиропотока воздушного транспорта, определен авиационный коэффициент подвижности населения за 2018 год, который составил 0,65 поездок/чел., а за 2019 год – 0,77 поездок/чел. Транспортная подвижность населения за анализируемый период повышается, что является следствием увеличения объема перевезенных пассажиров, при относительно постоянной численности населения в этот период.

Динамика показателей транспортной подвижности отражает изменение пассажирских перевозок в регионе, уровень материального благосостояния людей и уровень материально-технической базы транспорта.

Список литературы:

1. Бардаль А.Б. Оценка доступности транспортных услуг для населения региона // Власть и управление на Востоке России. – Хабаровск: ДВИУ РАНХиГС, 2017, №3 (80), С. 63–70.

2. Евстифорова Д.В. Анализ экономических результатов внедрения элементов бизнес-модели LCC в эксплуатационную деятельность отечественных авиакомпаний» / Д.В. Евстифорова, О.А. Немчинов // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – Братск: БрГУ, 2019, №2 (36), С. 35-42.

Оценка организации маркетинговой деятельности

Кошелев М.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Землянская Н.Б.
МАИ, Москва
koshelev.ms@mail.ru

Маркетинг призван координировать различные направления деятельности компании, которая должна быстро и согласовано увязывать свои производственные возможности с потребностями рынка в данном товаре. Маркетинг отношений — одно из самых популярных направлений в бизнесе. Специалисты дают разные определения этой концепции, но все они признают, что главная цель — изучение своих потребителей и удовлетворение их потребностей.

В настоящее время в условиях научно-технического прогресса в рыночной экономике вырабатываются все новые и новые формы регулирования. Задачи, решаемые в ходе маркетинговой деятельности, весьма разнообразны. Они включают в себя тщательное и всестороннее изучение рынков, потребителей, их желаний и запросов. Также приспособление производства к требованиям рынка, разработка и выпуск товаров, отвечающих этим требованиям, формирование спроса и воздействия на рынок в интересах фирмы.

Основная задача отдела маркетинга — разработка стратегии и тактики поведения компании на рынке с учетом её целей, финансовых, производственных возможностей. Главная стратегическая цель организации — завоевание или расширение рынка, получение максимальной прибыли в условиях постоянно меняющейся рыночной ситуации. Найти потребность и удовлетворить её – в этом заключается главная задача маркетинга.

Сфера деятельности высокотехнологичных промышленных предприятий специфична, в связи с чем правильная работа отдела маркетинга очень важна. При правильной оценке рынка и его потребностей уровень организации станет повышаться, а вместе с ним и эффективность выполняемых работ.

Анализ конкурентной стратегии авиакомпании «Победа»

Крюкова А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Якушова Е.С.
Финансовый университет, Москва
Annakr20@yandex.ru

Для достижения устойчивого положения в отрасли и получения высоких доходов от своей деятельности каждой компании необходимо успешно конкурировать с другими участниками рынка. Конкурентная стратегия – набор действий, осуществляемый для более быстрого привлечения потребителей, наличия более низких издержек на привлечение и удержание клиентов, получение более высокой нормы рентабельности и, в конечном итоге, получения более высокой прибыли по сравнению с конкурентами. Известный учёный в области стратегического менеджмента Майкл Портер выделяет три типовые стратегии конкуренции: стратегия минимизации издержек, стратегия дифференциации и стратегия концентрация. [2]

Авиакомпания «Победа» – низкобюджетный авиаперевозчик Группы «Аэрофлот». Свою деятельность компания начала 1 декабря 2014 году и уже с этого времени занимает лидирующие позиции в российских и международных рейтингах. Ключевой отличительной особенностью «Победы» является её тарифная политика, благодаря которой средняя загрузка рейсов компании составляет 96%. Деятельность компании позволила повысить авиамобильность российского населения, дав возможность многим гражданам России впервые осуществить перелёт на самолёте за счёт низкой стоимости билетов (цена начинается от 499 рублей). [3] Реализация данной тарифной политики указывает на применение стратегии минимизации издержек. Как классический лоукостер, «Победа» придерживается одного ключевого принципа – основная плата приходится на перелёт, за остальные дополнительные удобства пассажир платит по своему усмотрению. Анализ цепочки создания ценности «Победа» показал, что компания добивается низких издержек, благодаря оптимизации следующих бизнес-процессов. 1. «Операционная деятельность»: аэропортовые сборы (компания использует посадочные «рукава», что обходится дешевле использования автобусов); время и частота рейсов (самолёты компании постоянно находятся в движении – это позволяет компании сэкономить на оплате стоянки в аэропорту). Кроме того, во время полёта компания не предоставляет пассажирам питание и горячие напитки, «Победа» бесплатно предлагает только газированную и негазированную воду. Таким образом компания экономит на закупке бортового питания и сокращает время на предполётную подготовку воздушного судна. 2. «Материально-техническое снабжение»: парк самолётов. Для минимизации затрат на ремонт и содержание штата техников, компания использует новые самолёты, которые имеют 3-5 лет гарантии, а после истечения этого срока самолёт продаётся другим авиакомпаниям. Среди самолётов авиакомпании представлены 30 современных комфортабельных Boeing737-800, средний возраст которых всего 2,5 года. Эти самолёты поставляются в парк авиакомпании напрямую с завода-производителя. 3. «Продажи»: способ покупки билета и регистрация на рейс (так как содержание стационарных офисов и сотрудников обходится дорого, то покупка билетов авиакомпании происходит онлайн, также онлайн можно бесплатно зарегистрироваться на рейс, в аэропорту эта услуга будет уже платной); выбор мест (при бронировании система автоматически назначает место пассажиру и изменить его можно только за дополнительную плату). Также компания сознательно ограничивает объем и вес личных вещей пассажира, требуя доплату за сверхнормативный багаж. Это нужно для того, чтобы погрузка багажа в самолёт занимала как можно меньше времени. Все эти действия позволяют компании значительно снизить свои расходы, что даёт возможность предоставлять более дешёвые билеты. [1] Многих граждан, которым необходимо быстро осуществить 1-2 часовой перелёт и которых не волнуют дополнительные услуги, абсолютно устраивают такие условия, поэтому индекс лояльности компании уже существенно превзошел многие как российские, так и европейские компании, и продолжает расти с каждым годом.

Список литературы:
1. Как работают бюджетные авиакомпании и лоукостеры [электронный ресурс] URL: https://www.skyscanner.ru/news/kak-rabotayut-byudzhetnye-aviakompanii-i-loukostery (дата обращения: 16.02.2019)
2. Маркетопедия. Онлайн энциклопедия маркетинга – Конкурентные стратегии по М. Портеру [электронный ресурс] URL: http://marketopedia.ru/24-strategii-konkurentnye-porter.html (дата обращения: 16.02.2019)
3. Официальный сайт компании «Победа» — О компании [электронный ресурс] URL: https://www.pobeda.aero/about/company (дата обращения: 16.02.2019)

Повышение эффективности управления маркетингом на современных машиностроительных предприятиях

Кузнецова М.В.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Путятина Л.М.
МАИ, Москва
marinabuznetsova@gmail.com

Современные машиностроительные предприятия создают и постоянно совершенствуют систему маркетинга в своей деятельности. Эти предприятия выпускают широкий ассортимент товаров, как профильных, соответствующих их основной специализации, множество комплектующих изделий в соответствии с производственной кооперации внутри отрасли, так и товары для потребительского рынка.

Условия ускоренного развития экономики России сопровождаются значительной степенью неопределенности конъюнктурных изменений во внешней среде предприятий.

В этой ситуации перспективной задачей маркетинга становится не только учет этих изменений, но и в значительной степени воздействие на внешнюю среду и активное участие в её формировании.

Маркетинг на современных машиностроительных предприятиях имеет множество функций:

• Детальное изучение рынков и рыночной конъюнктуры по каждому виду выпускаемых товаров (поскольку многие товары поставляются на несколько рынков);

• Отработка наиболее перспективной товарной политики, включая инновационную продукцию, планируемую к выпуску в ближайшее время;

• Формирование спроса и стимулирование сбыта, регламентирующих каналы товародвижения, обоснования цен, ценовых скидок и т.д.;

• Управление специалистами, обеспечивающими все направления деятельности, связанные с маркетингом и многие другие.

В условиях эффективного маркетинга предприятие тесно взаимодействует со внешней средой, т.е. рынок в широком смысле слова должен быть информирован о предприятии и его продукции, а само предприятие максимально учитывает специфику рыночной конъюнктуры отдельных выпускаемых товаров.

В общем случае эффективность мероприятий и затрат, связанных с маркетингом, может определяться различными факторами и показателями, например, ростом:

1) постоянных заказчиков и покупателей продукции;

2) выручки по отдельным товарам и предприятию в целом;

3) прибыли от реализации продукции по видам и по предприятию;

4) относительным сокращением удельных затрат, связанных с реализацией мероприятий маркетинга и другими.

В процессе анализа эффективности затрат на маркетинг особое значение имеет стадия жизненного цикла товара (ЖЦТ), каждая из которых имеет свои особенности, наиболее типичные из которых:

• На стадии внедрения товара происходит медленный рост выручки при небольшом росте прибыли (а иногда и практическом отсутствии ее) и росте затрат на все маркетинговые мероприятия;

• На стадии роста выручка растет достаточно быстро параллельно с адекватным ростом прибыли и замедлении роста затрат на маркетинг;

• На стадии зрелости рост выручки относительно постоянен, рост прибыли осуществляется медленнее, затраты на маркетинг относительно постоянны;

• На стадии спада выручка по товару имеет тенденцию снижения с параллельным снижением прибыли, однако затраты на маркетинг могут снижаться или даже увеличиваться, если предприятие планирует реализовать политику ввода стадии второго роста или зрелости товара.

• Рациональность и экономическая обоснованность всех мероприятий по маркетингу предприятий определяется отдельно по видам наиболее значимой продукции и непосредственно влияет на финансовые результаты предприятий.

Внедрение современных ERP-систем в работу отечественных высокотехнологичных авиационных предприятий

Кулагин К.М.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сазонов А.А.
МАИ, Москва
kirsteam228@gmail.com

Современные системы планирования ресурсов высокотехнологичных предприятий (ERP-системы) должны позволять решать определенные задачи, связанные с привязкой различных оперативных параметров полёта – времени, скорости, высоты – к потребности самолёта с конкретной конфигурацией в ресурсах и материалах для оперативного ремонта и технического обслуживания. Следовательно, основная задача ERP-систем в авиации заключается в качественном объединении трех довольно обширных процессов: управления полётом, управления ремонтами (в том числе управление ангарами) и управления жизнедеятельностью остальных служб авиакомпании. Ожидаемым результатом от внедрения ERP-систем является синергетический эффект, обусловленный целостностью, полнотой, непротиворечивостью данных, порождаемых в процессе деятельности предприятия. Принимая решение о внедрении ERP-системы, авиакомпании обязаны найти компромисс между затратами и функциональностью, управляя при этом рисками правильности выбора платформы, области охвата и консультанта-внедренца.

С помощью ERP-систем обеспечивается высокая прозрачность большинства процессов, проходящих на предприятии, появляется возможность эффективно управлять различными видами рисков, а также трансформировать существующий бизнес и приблизить его к международным стандартам, решать задачи, связанные с повышением уровня конкурентоспособности выпускаемой продукции на внутреннем и внешнем рынке. Комплексная информационная платформа позволит задействовать все участки от производственного планирования до финансового и управленческого учета предприятия, соединит различные производственные процессы, оптимизирует закупки и сбыт выпускаемой продукции. ERP-система даст возможность в полной мере задействовать механизмы детального планирования, сократит количество запасов, создаст эффективную внутрипроизводственную кооперацию. Также необходимо отметить, что она позволит включить в нее различные данные, получаемые от поставщиков, что даст возможность отслеживать всю цепочку поставок. Ведущие мировые авиапроизводители, такие как Airbus, Safran, Pratt&Whitney, уже давно внедрили и работают с использованием передовых ERP-систем (SAP, ORACLE и т.д.). Их опыт по внедрению ERP-систем демонстрирует повышение точности производственного планирования до уровня 95%, увеличение производительности работающего персонала до 35% и повышение удовлетворенности клиентов на 15-25%.

Внедрение ERP-систем в России должно иметь принципиально иной характер и философию, чем в США и Европе. Система должна создаваться на базе единой открытой государственной информационной системы и формироваться как полноценная ERP-система в производствах эволюционным путем. Необходимо разработать единый государственный информационный стандарт для производства и продукции, затем нужно создать единую информационную базу данных, а уже потом будем разрабатывать определенные контуры управления применительно к конкретному производству. Для эффективного применения ERP-систем в деятельности отечественных высокотехнологичных авиационных предприятий необходимо:

• Провести стандартизацию всей существующей номенклатуры материалов и изделий, выпускаемых в государстве;

• Создать открытую и общедоступную базу все номенклатуры материалов и изделий, выпускаемых в государстве;

• Создать единую информационную базу технологий и процессов.

Совершенствование сбытовой политики промышленного предприятия

Ломова И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Комарова Н.В.
МАИ, Москва
lomushkaaa@yandex.ru

В последнее время понятие сбытовая деятельность приобретает все больший вес. Изменившиеся за последние годы внешняя среда и рынок формируют необходимость использовать данные, полученные в результате оценочной деятельности на предприятии.

Сегодня, обеспечение неизменной деятельности фирмы по выпуску конкурирующих товаров является приоритетной задачей для руководителей всех уровней. Важнейшим качеством, характерным для лидерства на всех уровнях, является правильное управление сбытом продукции. В маркетинге существует два подхода понимания сбыта – в узком и в широком смысле слова как деятельность по сбыту товара.

В данном исследовании мы будем рассматривать сбыт в широком смысле, т.е. как он влияет на повышение объемов продаж предприятия. Увеличивая объем продаж компании, необходимо чтобы показатели экономической эффективности учитывали все соответствующие параметры окружающей среды, в том числе рыночные условия, экологическую безопасность, ориентируясь на передовые технологии и другие. Рыночная стоимость приобретает все большее значение. Все эти факторы становятся особенно важны в условиях осуществления управления как нового, так и уже осуществляющего свою деятельность предприятия.

Актуальность научного исследования заключается в правильном управлении сбытовой деятельностью предприятия, тем самым повышая объемы продаж. Собственник должен уметь управлять всеми процессами, в том числе и сбытом продукции.

Повышение экономического результата необходимо из-за ограниченного роста отдельных видов ресурсов, изменением цен на факторы производства, повышение спроса на рынке на продукцию отечественного производства, повышение требований к качеству и т. д.

Опыт, накопленный за годы реформ, развитие науки, а также растущий интерес к высоким конечным результатам по отношению к рыночным отношениям, позволяют увеличить объем производства, снизить издержки, повысить рентабельность.

Целью научного исследования является повышение объемов продаж за счет совершенствования организации сбытовой деятельности Акционерного Общества «Российская самолётостроительная корпорация «МиГ» на основе проведения её комплексного анализа и разработки мероприятий.

Предметом исследования является сбытовая деятельность предприятия, формируемая в процессе производственно-хозяйственной деятельности.

Методы исследования: системный, ситуационный и процессный анализы, традиционный анализ документов, SWOT-анализ, PEST-анализ, метод экспертных оценок, статистические и математические методы обработки информации.

Научная новизна исследования заключается в комплексном исследовании факторов и возможностей, обуславливающих повышение эффективности сбытовой политики и маркетинговой деятельности предприятия АО «Российская самолётостроительная корпорация «МиГ», а практическая значимость – в том, что результаты исследования, составляющие его новизну, доведены до конкретных рекомендаций и могут быть применены в деловой практике исследуемого предприятия.

Компетентностно-ориентированный подход как тенденция развития современного технического образования для промышленного производства

Лукичева С.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сидоров Л.Г.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
lukichiova01@mail.ru

В современном мире в силу развития экономики приобретают особую ценность те специалисты, которые обладают умением не только успешно использовать опыт и знания, приобретенные в течение обучения в высших учебных заведениях. В настоящее время работодатели отдают предпочтение тем кадрам, которые способны эффективно справляться с возникающими в процессе трудовой деятельности профессиональными ситуациями и подстраиваться под изменения, происходящие в связи с быстрым развитием различных сфер общества. Это определяет необходимость развития системы высшего образования в рамках компетентностного подхода.

Понятие «компетентность» можно определить, как «обладание компетенцией; представленность той или иной компетенции у субъекта, то есть наличие у человека совокупности характеристик, определяющих эффективность исполнения деятельности» [1]. Таким образом, это качество человека, включающее в себя способность правильно выполнять задачи, обусловленные той или иной профессией или сферой занятости.

Компетентностный подход в образовании – это такой подход к обучению, организация которого нацелена на формирование у студента компетенций, то есть универсальных актуальных способностей и навыков решения задач в сфере своей профессиональной деятельности. Умение успешно действовать в рамках своей специальности – это важный фактор включения выпускника в социально-трудовые отношения.

В европейских странах существует система оценки освоения компетенций. Она «осуществляется: на уровне знаний и самообучения в форме устного ответа, теста, консультации; на уровне принятия решений – обсуждения и анализа ситуаций(кейс-метод); на уровне коммуникации – дискуссии; на уровне применения знаний – практики, разработки проектов» [2].

Что касается России, в Рыбинском государственном авиационном техническом университете имени П. А. Соловьева также развивается эта тенденция в рамках технического образования. В вузе созданы условия для подготовки специалистов, обладающих профессиональными компетенциями, которые отвечают современным требованиям в области инновационных технологий. В университете также созданы условия для развития практических навыков у студентов: в материально-техническое обеспечение вуза входят различные лаборатории, которые оснащены оборудованием, дающим возможность научиться на деле применять знания, лучше ориентироваться в своей будущей профессии и эффективно работать на промышленном производстве.

Таким образом, в современном обществе, где рынок труда предъявляет все новые требования к навыкам и качеству образования соискателям рабочих мест, компетентностный подход необходим для развития в молодых специалистах умения работать в изменчивой

профессиональной среде, реагировать на эти изменения и в результате эффективно решать предстающие перед ними задачи.

Список литературы:

1. Алисултанова, Э. Д. Компетентностный подход в инженерном образовании: монография [Электронный ресурс]. – М.: Академия Естествознания, 2010. URL: https://monographies.ru/ru/book/view?id=114 (дата обращения: 17.02.2020)

2. Сидоров, Л. Г. Управление компетентностно-ориентированным образованием в современном вузе. Всероссийская конференция в рамках III Международного технологического форума «Инновации. Технологии. Производство». Сборник материалов. – Рыбинск: РГАТУ имени П. А. Соловьева, 2016.

Определение стратегических ориентиров развития организации на основе инструментария стратегического анализа

Лягин А.В.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Базадзе Н.Г.
МАИ, Москва
alekseylyagin1109017@gmail.com

Стратегия является важнейшим инструментом управления и развития организации в условиях динамично меняющейся внешней среды. Она определяет основные стратегические задачи, возможные действия организации и последовательность этапов по достижению поставленных целей. Формирование анализа стратегии происходит в результате логического соединения цели и техники проведения исследования. Одной из наиболее характерных постановок экономической задачи является оценка сравнительного положения компании по отношению к другим хозяйствующим субъектам рынка.

Одной из значимых для реализации национальных программ «Здравоохранение 2019» является фармацевтическая промышленность.

Предприятие «Полисинтез» является одним из крупнейших российских производителей фармацевтических субстанций, на примере которого проводились исследования. Основными видами деятельности являются: «Производство фармацевтических субстанций», «Производство прочих основных органических химических веществ, не включенных в другие группировки». Основная отрасль компании: «Химико-фармацевтическая промышленность». Организационная структура – линейно функциональная. Оценив основные экономические показатели деятельности данного предприятия, можно говорить о достаточно эффективной его работе в исследуемом периоде времени, деятельность организации рентабельна (2016 г. – 2019 г).

В настоящее время для предприятия «Полисинтез» актуальна задача расширения ассортимента продукции на российском рынке, а также возможность завоевания ведущих позиций на мировом рынке фармацевтической продукции.

Инструментами решения этой задачи выступают:

• Метод анализа сильных и слабых сторон (SWOT-анализ);

• Метод определения доминирующего положения на рынке (метод рыночного участия);

• Анализ на основе матрицы МакКинси;

• GAP-анализ, или анализ разрывов позволяет определить путь от текущего состояния к желаемому;

• CVP-анализ (Cost – Volume – Profit; затраты – объем – прибыль);

• Диаграмма «Ишикава»;

• Метод оценки ресурсов и способностей заключается в проведении VRIO анализ ресурсов и компетенций компании (от value, rareness, imitability, organization; ценность – редкость – воспроизводимость – организованность)

Анализ микросреды компании «Полисинтез» с помощью метода анализа разрывов (GAP-анализ) позволил лучше оценить обстановку, повысить уровень качества принимаемых решений, связанных с размещением ресурсов, обеспечить управление рисками, сосредоточить внимание на первичных признаках стратегических перемен.

Также анализ внешней среды компании «Полисинтез» подразумевает процесс определения критически важных элементов внешней и внутренней сред, которые могут оказать влияние на способности организации в достижении своих целей.

SWOT- анализ позволил не только оценить угрозы и возможности, слабые и сильные стороны, но и принять своевременные меры по устранению указанных недостатков и совершенствованию коммерческой деятельности. Используя результаты исследования сильных и слабых сторон, руководство организации начало разрабатывать стратегию, которая позволит воспользоваться возможностями и смягчить или избежать последствий от угроз внешней среды.

CVP-анализ использовался с целью управления постоянными и переменными затратами, оперативным изменением их соотношения при

меняющихся условиях хозяйствования, что позволило увеличить потенциал деятельности данного предприятия и достичь поставленных целей.

Использование данных инструментов позволило:

• Определить наиболее эффективную стратегию развития с учетом видения будущего развития на основе понимания тенденций взаимодействия между внешними и внутренними изменениями;

• Гибко отреагировать на импульсы факторов внешнего окружения и своевременно адаптироваться к сложившейся ситуации;

• Быть готовым быстро сформировать в соответствии с целями и стратегией эффективную инновационную структуру, создавая при этом атмосферу творчества, направленную на успех.

• Увеличить производительность и качество работы персонала, создав новую стратегию развития.

Стратегический анализ деятельности фармацевтической компании «Полисинтез» позволил повысить уровень качества принимаемых решений, связанных с размещением ресурсов, обеспечить управление рисками, сосредоточить внимание на первичных признаках стратегических перемен.

Разработка проекта по совершенствованию структуры управления ПАО «Аэрофлот»

Мажитова Д.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Комарова Н.В.
МАИ, Москва
dina3449@yandex.ru

Одной из важных отличительных черт лидерства, чтобы достичь желаемых результатов, является твердая уверенность в том, что нужно делать для этого, независимо от размера организации и от того, какие требуются перемены. Из глубокого понимания окружения, в котором функционирует предприятие и знания бизнеса, вытекает знание того, что нужно делать.

Уровень руководства является одним из детерминантов успешной реализации стратегии. От компетентности персонала, его конкурентных возможностей и мастерства зависит реализация стратегии предприятия. Одной из важнейших задач каждой организации, использующей инструментарий стратегического управления, является формирование команды, способной реализовывать и разрабатывать стратегию.

Актуальность темы работы заключается в том, что в организации скорость принятия управленческих решений, напрямую зависит от того, насколько организационная структура управления соответствует поставленным целям организации.

В значительной мере от построения эффективной организационной системы управления организации, которая будет регламентировать организационные отношения в системе управления, зависит функционирование предприятия и его коммерческий успех.

Всегда самой приоритетной задачей при реализации стратегии организации остается создание жизнеспособной структуры. При построении такой организации можно выделить следующие три типа первоочередных действий:

1. Отбор на ключевые позиции талантливых сотрудников.

2. Организация процесса принятия решений и бизнеса таким образом, чтобы это способствовало успешной реализации стратегии.

3. Проверка соответствия управленческого таланта, конкурентных возможностей, главных достоинств, технических ноу-хау, опыта существующим потребностям.

Важнейшей составляющей системы управления являются организационные отношения, которые складываются в процессах организации труда, производства на предприятии, а также создания, реструктуризации, реорганизации и ликвидации предприятия. Множество требований предъявляется к структуре управления, которые учитываются в принципах формирования системы управления и, в том числе, системы организационных отношений. Важнейшими среди подобных принципов являются: принцип иерархичности уровней управления, принцип разделения труда, а также принцип ограничения полномочий.

Объект исследования — публичное акционерное общество «Аэрофлот». Компания «Аэрофлот» оказывает услуги в сфере пассажирских и грузовых авиаперевозок как внутренними, так и международными маршрутами. Компания позиционирует себя как крупнейшего авиаперевозчика России, который соответствует всем международным стандартам.

Гипотеза исследования — высокое качество организационной структуры напрямую влияет на эффективность принятия решений, сокращает время на принятие решений и дает положительный экономический эффект компании.

Целью деятельности ПАО «Аэрофлот» является развитие безопасных и высококачественных авиаперевозок.

Основная стратегия ПАО «Аэрофлот» — развитие необходимых компетенций для создания компании, где приоритетной задачей является наращивание рыночного присутствия и усиление позиций на основных целевых рынках.

Сфера пассажирских авиаперевозок занимает большую часть в развитии страны как на национальном, так и на международном уровне. Выбор в качестве объекта исследования такой организации как «Аэрофлот» позволило шире увидеть отрасль, проследить протекающие в ней процессы, которые касаются правильного формирования целей в области конкуренции, маркетинга, стратегического управления и попытаться наглядно представить эти процессы в различных методах анализа.

Методологическую основу исследования составят методы анализа внешней и внутренней среды, которые широко используются организациями как в России, так и за рубежом. Они являются важным звеном при анализе любой компании, так как именно на них опирается формирование стратегии и постановка целей в организации.

Практическая значимость исследования будет заключаться в разработке и осуществлении мероприятий организационного характера. Новая гибкая организационная структура будет готова к эффективному принятию управленческого решения, в особенности в условиях отдаленности друг от друга отделов, уменьшении времени, трудоемкости операции и их повтору, развитию внутренней коммуникации между подразделениями компании, усиление мотивации сотрудников. Введение этих мероприятий будет содействовать социальным и экономическим результатам компании и повышении удовлетворенности клиентов качеством предоставляемых услуг.

Таким образом, в выше представленной статье показана необходимость постоянного совершенствование организационной структуры управления организации, функционирующей в быстро меняющейся среде предпринимательской деятельности. Представлены основные критерии проектирования и принципы функционирования жизнеспособных организаций. Анонсирована основная логическая структура исследования по разработке проекта по совершенствованию структуры управления ПАО «Аэрофлот»

Управление качеством и повышение конкурентоспособности предприятий в условиях цифровой экономики

Новицкая Я.О.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Арсеньева Н.В.
МАИ, Москва
yanick14@mail.ru

Актуальность управления качеством продукции и конкурентоспособностью организации неоспорима. Эффективность управления качеством продукции непосредственно связана с уровнем конкурентоспособности предприятия на ближайшую и отдаленную перспективу, то есть со стратегическими планами развития организации, так как высокое качества выпускаемой продукции – это основа повышения конкурентоспособности предприятия.

По мнению большинства экспертов, на современном этапе развития экономики, конкурентоспособная компания – это такая компания, развитие которой опережает требования.

Проблема качества и повышения конкурентоспособности в условиях цифровой экономики становится ключевой для российских предприятий.

Современные цифровые технологии имеют обширные возможности и огромный потенциал развития. Уже сейчас потребитель может мгновенно получить те или иные услуги, забронировать столик в ресторане не выходя из дома, заказать все необходимое с доставкой, используя различные приложения, и при этом экономить. Более того, появилось множество профессий, позволяющих вести свое дело онлайн, стать предпринимателем, не выходя из дома.

По прогнозам, цифровая экономика существенно изменит спрос на специальности, востребованные продукты и технологии в самом ближайшем будущем. В первую очередь это связано с тем, что информационные технологии и платформы кардинально меняют бизнес-модели, повышая их эффективность за счёт устранения посредников и оптимизации.

Неоспоримым фактом является то, что распространение цифровой экономики затронет все сферы деятельности и все отрасли народного хозяйства, начиная с торговли и заканчивая образованием.

Цифровая экономика может рассматриваться как новый инструмент для совершенствования ресурсов предприятия и ресурсов конкурентоспособности, так как она значительно упростит ведение базы данных, отчетности, появится возможность в мгновение передавать данные огромных размеров в любую точку доступа, значительно улучшить качество обслуживания. Благодаря цифровой экономике, ускорится большая часть процессов в обработке данных, вырастет производительность труда, снизятся издержки производства.

Наиболее важным вопросом в работе организации являются затраты на переход её на цифровую экономику. Вместе с тем, в процессе перехода на цифровую экономику, предприятие в целях автоматизации нормального процесса деятельности использует программное обеспечение для ПК работника в сфере цифровой экономике. Как правило цифровая экономика отдельно взятой организации включает в себя: роботизация ранее механических процессов (производство, расчеты); кибербезопасность; облачное хранение данных; моделирование и прогноз. Таким образом, мероприятие по интеграции предприятия в цифровое пространство и является экономически выгодным и целесообразным для данного предприятия.

При переходе на цифровую экономику предприятие сталкивается с проблемой подготовки кадрового состава работников-профессионалов, обеспечивающих данный переход. В этих целях в рамках вышеуказанной стратегии государство предлагает выделить средства из бюджета Российской Федерации на обучение специалистов за рубежом.

Управление качеством и повышение конкурентоспособности предприятий в условиях цифровой экономики

Новицкая Я.О.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Арсеньева Н.В.
МАИ, Москва
yanick14@mail.ru

На сегодняшний день управление качеством и конкурентоспособностью предприятия актуально как никогда, ведь от умения эффективно управлять качеством продукции и услуг зависит конкурентоспособность организации, что несомненно играет важную роль как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Эти два понятия тесно связаны друг с другом: управление качеством в первую очередь направленно на поддержание и повышение уровня конкурентоспособности организации.

Как считают многие эксперты, в современных экономических условиях целью существования конкурентоспособной компании является её развитие, которое опережает рынок, при этом формируя его. Проблема качества и повышения конкурентоспособности в условиях цифровой экономики становится ключевой для российских предприятий.

Цифровая экономика, а именно возникновение новых возможностей, безусловно, положительно отражается на жизни человека.

Благодаря развитию цифровых технологий, потребитель может быстрее получать необходимые ему услуги, экономить, покупая продукты в интернет-магазинах по более низким ценам. Например, электронная версия книги обойдется в разы дешевле, чем её печатный вариант. В конце концов, потребитель даже может начать свое дело онлайн, стать предпринимателем, не выходя из дома.

По оценкам специалистов, цифровая экономика внесет значительные изменения для более чем половины различных отраслей. В первую очередь это связано с тем, что информационные технологии и платформы кардинально меняют бизнес-модели, повышая их эффективность за счет устранения посредников и оптимизации.

Общепризнанно, что рост цифровой экономики имеет широкое влияние на всю экономику, он затрагивает не только электронную торговлю, но также образование, здравоохранение и так далее.

Электронные средства массовой информации, информационные системы, социальные сети, доступ к которым осуществляется с использованием сети "Интернет", стали частью повседневной жизни россиян. Пользователями российского сегмента сети "Интернет" в 2016 году стали более 80 млн. человек. Основываясь на этих данных, можно с уверенностью сказать, что с появлением цифровой экономики повышение конкурентоспособности вышло на новый уровень. Использование наиболее эффективных рекламных мероприятий, возможность анализа конкурентов и их товаров, простой и доступный способ выбора сегмента для сбыта товара – всё это сильно упростило жизнь участников экономического рынка.

Информационные и коммуникационные технологии оказывают существенное влияние на развитие традиционных отраслей экономики. Объем реализации товаров и услуг россиянам с использованием сети "Интернет" в 2015 году достиг эквивалента 2,3 процента валового внутреннего продукта и имеет тенденцию к росту.

Создание российских информационных и коммуникационных технологий осуществляется в целях получения государством, а значит и различными организациями новых технологических преимуществ, использования и обработки информации, доступа к ней, получения знаний, формирования новых рынков и обеспечения лидерства на них.

Электронная экономика оказывает существенное влияние на темпы роста валового внутреннего продукта России.

Таким образом, можно сделать вывод, что государство создает благоприятные условия для применения информационных и коммуникационных технологий, совершенствую при этом не только законодательство РФ, но и бизнес-процессы коммерческих организаций, а также административные процедуры.

Маркетинговое решение для МС-21 по выходу на внешний рынок

Панишева А.К.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Калугина Г.А.
МАИ, Москва
panishevaanya@mail.ru

В настоящее время существует конкуренция между авиапроизводителями, в связи с возрастающими требованиями авиакомпаний к безопасности воздушных судов и комфорту для пассажиров на борту. Для успешного представления новой авиационной техники на мировом рынке необходимо формировать грамотную систему продвижения.

Целью исследования выступает необходимость формирования системы продвижения самолёта МС-21 на международный рынок.

Для достижения поставленной цели выбран целевой сегмент такой, как страны Латинской Америки. Основным фактором, определяющим выбор элементов коммуникационной политики, является проведение предстоящего Кубка Америки по футболу в рассматриваемом регионе.

Sport МС-21 by Irkut создаст условия, которые обеспечат здоровый отдых, полноценное восстановление сил и комфортное пространство для подготовки спортсменов на борту воздушного судна. Концепция «Спорт МС-21» основывается на технологиях МС-21 и дополняется инновационными медицинскими и технологическими решениями, которые разрабатываются при совместной деятельности со спортивными врачами и экспертами.

В качестве способа реализации предложенного решения, выступает рекламная кампания самолёта МС-21 со спортивной ливреей и специальной компоновкой салона воздушного судна для перевозки спортивных команд, предлагаемая Перуанской авиакомпании Peruvian Airlines, которая в 2020 году создает дочернего перевозчика Aero Peru, чей авиапарк будут составлять российские воздушные суда МС-21.

В результате, Sport МС-21 by Irkut демонстрирует следующие новые для авиационной сферы решения:

1. Разделение салона Sport МС-21 by Irkut на 4 функциональные зоны;
2. Такие инновации, как умные пассажирские кресла, аэробраслет, капсулы по диагностике;
3. Технологию по определению уровня гидратации организма;
4. Адаптивное освещёние, уменьшающее эффект джетлага, имеет возможность освещать салон авиалайнера цветами клуба;
5. Медиаконтент, предназначенный для празднования побед, мотивации игроков, развлечения тематическими программами и фильмами, музыкальные плейлисты для релаксации;
6. Комфортные зоны для работы тренеров, оборудованные для анализа и просмотра матчей;
7. Удобные места, адаптированные для хранения личных вещей и спортинвентаря;
8. Особенная сервировка.

Отметим, что со странами-участниками турнира по футболу Российская Федерация развивает партнерские отношения, а, вследствие этого, их можно рассматривать в качестве будущих покупателей самолёт МС-21 для спортивных команд.

На основании выше сказанного, целесообразно предложить рекламную кампанию, заключающуюся в поставке авиалайнера МС-21 в ливрее перуанской сборной по футболу, для совершения перелетов на отборочные матчи и первенства.

Роль SMM в маркетинговой стратегии предприятия

Петренко В.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Казакова Н.В.
МАИ, Москва
Victorpetrenko96@gmail.com

Разрабатывая маркетинговую стратегию предприятия, необходимо учитывать современные тенденции. SMM (Social Media Marketing) – это маркетинг в социальных сетях. Ни один продукт в наше время не будет успешно продаваться на рынке, будь это рынок обуви или рынок бизнес авиации, без правильно выстроенного SMM.

Жизнь меняется с невероятной скоростью. Социальные сети и медиа — площадки в интернете врастают в жизни людей настолько глубоко, что мы не можем себе представить свое существование без них. К сожалению или счастью, мы проводим большую часть своего дня в виртуальном пространстве, делясь с людьми своей жизнью и наблюдая за чужой. Эта тенденция развивается и не собирается останавливаться.

Люди любят глазами. Увидев красивую фотографию продукта в Instagram (социальная сеть, основывающаяся на фотографиях и коротких видео) или просмотрев качественный видео-отзыв на него от известного блогера на YouTube (самый популярный в мире видео – хостинг) человек невольно запоминает, начинает любить и хотеть приобрести его.

SMM — в первую очередь работа над имиджем компании. SMM маркетинг — это важнейший инструмент, который применяется для развития и повышения узнаваемости бренда, увеличения посещаемости страниц компаний в социальных сетях, вовлечения аудитории в обсуждение того или иного продукта.

Реклама найдет вас сама. Грамотный SMM–щик (специалист по SMM) разместит информацию про Empty — leg рейс (аренда самолёта бизнес авиации на один рейс по определенному направлению) на страничке Instagram с основной концепцией — High Lux отели Европы. Наполнит красивым и информативным контентом группу Вконтакте (крупнейшая и самая популярная в России соц. сеть компании), занимающейся продажей авиабилетов. Проработает личный аккаунт создателя предприятия, производящего двигатели для RC — моделей вертолётов. У каждого тематического профиля или сообщества в социальных сетях есть своя аудитория, изучением которой, в частности, и занимается специалист по SMM, впоследствии демонстрирующий идеально выверенное, красивое и яркое изображение и описание товара тем людям, которым этот товар необходим.

Контракт жизненного цикла, как новый механизм ГЧП в России

Петрова А.О.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Зубеева Е.В.
МАИ, Москва
anastasiy.66@mail.ru

Контракт жизненного цикла в ряде европейских стран рассматривается как вариант концессионного соглашения. С этой точки зрения, контракт жизненного цикла следует рассматривать как «квази» ГЧП. Основными чертами, характеризующими контракт жизненного цикла как форму ГЧП следует считать:

• Сотрудничество публичного и частного партнера в отношении проектирования, строительства и эксплуатации объекта в течение всего срока его жизненного цикла;

• Оплата проекта равными долями после его ввода в эксплуатацию;

• Поддержание частным партнером объекта в соответствии с его функциональными требованиями;

• Самостоятельность частного партнера по КЖЦ во всех вопросах проектного и технического характера;

• Реализация поиска инвесторов частным партнером;

• Отсутствие сбора платы по договору КЖЦ за пользование инфраструктурным объектом;
• Платежи государства привязываются к качеству и связаны с сервисом объекта.

В правовом аспекте договор КЖЦ имеет признаки договора смешанного, реализуемого комплексно на стыке различных правовых сфер.

КЖЦ как форма ГЧП имеет ряд преимущества, среди которых следует отметить:

1. Для публичного партнера: социальная польза, сведение к минимуму рисков некачественного проектирования; возложение ответственности за проектирование и строительство на частного партнера; рассроченная оплата по контракту и другие.

2. Для частного партнера: получение крупного контракта от государства, свобода выбора в вопросе проектного и технического решения; финансирование на выгодных условиях; гарантированность спроса; привилегии на применение передовых технологий.

В качестве вывода отметим, что принципиальных серьезных ограничений в российском законодательстве в отношении контракта жизненного цикла нет, поэтому его можно рассматривать как достаточно эффективную форму ГЧП.

Организация маркетинговой деятельности в машиностроительной отрасли

Петюкевич Т.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Казакова Н.В.
МАИ, Москва
tanya5775@icloud.com

Важность осуществления маркетинговой деятельности в машиностроительной отрасли объясняется не только в аналитических функциях, таких как мониторинг конкурентов, анализ потребительской платежеспособности, анализ потенциальных потребителей (предприятий), но и тем, что промышленный маркетинг на мировом рынке в целом играет важную роль в определении стратегии предприятия.

Ключевыми факторами в рыночной конкурентной среде, для отечественных предприятий машиностроительной отрасли, служат такие инструменты маркетинга, как PESTEL – анализ факторов внешней среды предприятия и незаменимый, проверенный многолетним опытом при выборе стратегии, цели и занимаемой позиции на рынке – SWOT – анализ.

Как показывает практика, большинство отечественных предприятий не включают в свою организационную структуру отдел маркетинга, не уделяют внимание мировым тенденциям в «продвижении» товаров промышленного назначения и как следствие – не качественно определенные ключевые факторы влияния на деятельность предприятия в целом.

Заменяя отдел маркетинга в организационной структуре предприятия на аналитический отдел, появляются пробелы в назначении, в выработке стратегии, в определении угроз и возможностей предприятия. Ведь аналитик – анализирует рынок и это, безусловно, порождает результат, но эффективность применения аналитического потенциала не будет полным и не сможет дать верного направления в стратегическом планировании цели развития без применения инструментов маркетинга.

Как было замечено ранее, важными инструментами промышленного маркетинга являются PESTEL – анализ и SWOT – анализ.

PESTEL – анализ представляет собой инструмент маркетинга который позволяет определить влияние внешних сил на предприятие и в него (в анализ) входят следующие факторы:

• Политический фактор (Political)
• Экономический фактор (Economic)
• Социальные факторы внешней среды (Social)
• Технологические факторы (Technological)
• Экологические факторы (Ecological)
• Юридические факторы (Legal)

По итогу PESTEL – анализ является неоспоримым и действенным рассмотрением внешних факторов, влияющих на хозяйственную деятельность предприятия. Ведь внешняя

среда является источником, питающим организацию теми ресурсами, которые необходимы для поддержания её внутреннего потенциала на должном уровне.

SWOT анализ — это один из самых эффективных инструментов в стратегическом маркетинге. Сущность анализа заключается в анализе внутренних и внешних факторов предприятия, оценке рисков и конкурентоспособности товара, работы, услуги, и позволяет дать понятие предприятия в отрасли её функционирования.

Преимущества SWOT анализа заключаются в том, что он, анализ, позволяет достаточно просто, в правильном разрезе взглянуть на положение предприятия, товара или услуги в отрасли, и поэтому является наиболее популярным инструментом в управлении рисками и принятии управленческих решений.

Внедрение на предприятиях машиностроительной отрасли инструментов маркетинга, учитывающих особенность отрасли, специфику выпускаемой продукции и её жизненного цикла, использование профессионального кадрового потенциала, обладающего способностью к анализу и оценке, позволят организовывать их хозяйственную деятельность так, что в назначенные сроки предприятие будет иметь результат, к которому стремится – прибыльное удовлетворение потребностей своих потребителей.

Использование международных персонал- технологий в практике управления персоналом на примере ПАО Аэрофлот

Печинина Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Комарова Н.В.
МАИ, Москва
pechininadarja@yandex.ru

В современном мире управление персоналом представляет собой совокупность всевозможных концепций и технологий, идей и методик построения и администрирования организаций, и проектов. На большинство аспектов социальной жизни оказывает слияние современный менеджмент.

Персонал-технологии – это совокупность приемов, способов, форм и методов воздействия на персонал в процессе его найма, использования, развития и высвобождения с целью получения лучших результатов трудовой деятельности. Именно персонал-технологии позволяют минимизировать затраты на управление трудовыми ресурсами и повысить их конкурентоспособность.

Мировой опыт совершенствования персонал-технологий берет свое начало в период второй мировой войны. С тех пор управление персоналом эволюционировало как отдельная ветвь в организациях, а термин «благосостояние сотрудников» начало широко использоваться по отношению к персоналу. Однако зарубежные государства мало влияли на правила и положения в отношении человеческих ресурсов, таким образом детский труд и небезопасные условия труда были широко распространены во многих странах. Данный процесс начал эволюционировать более 25 лет назад и делится на четыре стадии:

• Стадия «администрирования персонала». До 1990 года HR-отделы были полностью сосредоточены на административной работе в управлении персоналом, так как большое количество времени уделялось на обработку документов работника.

• Стадия «человеческих ресурсов». В период с 1990 по 2000 за счет внедрения компьютерных технологий в работу с персоналом, в данный период были разработаны такие методы как: структурированное интервьюирование кандидатов, постановка целей и задач, управление текучестью кадров и технологии по управлению талантами. Благодаря таким персонал-технологиям организация повышала навыки в управлении бизнесом.

• Стадия «управление талантами». Широкое внедрение интернета в 2000-х годах позволило HR-департаментам более эффективно обмениваться информацией. Интегрирование данных позволило HR-специалистам развить систему подбора и обучения персонала, улучшить мотивацию, внедрить ротацию кадров и систему наставничества – такие

технологии помогают персоналу лучше адаптироваться и развивать свои таланты в пользу компании.

• Стадия «управление бизнесом». Начиная с 2011 года больше 80% компаний перешли на информационные контенты. Так HR-службы тратят меньше времени на технологии, связанные с управлением талантами и больше времени на то, как наиболее эффективно использовать данные технологии для повышения производительности.

Из вышеперечисленных стадий следует, что персоналом мало управлять как статичным ресурсом организации, его надо превращать в капитал компании.

Список литературы:

1. Бухалков М.И. Управление персоналом: Учебник. — 2 изд. — М: Инфра-М, 2016, с. 12
2. Кибанов А.Я. Управление персоналом в организации: Учебник. — 4 изд. — М: Инфра-М, 2015, с. 47 638 с.
3. Маслов, Е.В. Управление персоналом предприятия: учебное пособие / под ред. П.В. Шеметова. — М.: ИНФРА-М, 2014, с. 19

Исследование, разработка и внедрение маркетинговой стратегии на авиационном предприятии

Пидько В.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Комарова Н.В.
МАИ, Москва
valeriya.pidko@gmail.com

В настоящее время авиационная промышленность России находится в достаточно сложной ситуации, поскольку на протяжении последних лет спрос на строительство новых летательных аппаратов, как со стороны государственной авиации, так и со стороны многочисленных, однако мелких частных российских авиакомпаний, был крайне ограничен. Но несмотря на эти трудности, авиационная промышленность имеет значительный потенциал для дальнейшего развития. Очевидно, что развитие данной отрасли совершенно невозможно без продуманного стратегического планирования.

Для того, чтобы грамотно разработать маркетинговую концепцию для столь масштабной отрасли, необходимо пройти несколько этапов. Аналитический этап, практический этап, который будет включать в себя непосредственно разработку маркетингового плана предприятия, и заключительный этап контроля и анализа разработанной системы.

Именно этот план позволит повысить эффективность работы предприятия, значительно увеличить возможности дальнейшего роста и развития компании, выйти на уровень роста и придерживаться стратегии инновационного развития, а также быть конкурентоспособной в индустрии.

В работе уделено существенное внимание исследованию различных моделей стратегического маркетинга. Как известно, теоретическая составляющая и практическая редко оказываются идентичными, что в свою очередь влечет за собой выяснение максимально эффективной синергии различных стратегий для увеличения эффективности работы предприятия.

Объектом исследовательской работы является Публичное Акционерное Общество Компания «Сухой», поскольку это ведущая российская компания, занимающаяся разработкой, производством, маркетингом, послепродажным обслуживанием, включающим ремонт и модернизацию, а также организующая поставку запасных частей и оборудования боевых и гражданских самолётов марки «Су» и «Бе».

Предметом исследования является разработка новой маркетинговой стратегии предприятия, которая позволила бы занять достойное место среди мировых производителей авиационной техники.

В качестве гипотезы исследования можно использовать следующую: внедрение маркетинговой стратегии в сочетании с инновационным путем развития, использующим новые технологии в производстве и управлении и активной государственной поддержкой

авиационных предприятий, может повысить конкурентоспособность отечественного предприятия и эффективность его деятельности.

Список литературы:

1. Комарова Н.В. Стратегическое управление в авиационной промышленности. — М., «Доброе слово», 2016 г.
2. Кузнецова А.Д., Комарова Н.В. Исследование проблем и формирование стратегии развития авиакомпании. — «Микроэкономика» №3, М.,2018С.14-17 (ВАК).
3. Панов А. И «Стратегический менеджмент», — 2002, 240 стр.
4. Зуб А. Т. «Стратегический менеджмент. Теория и практика.» — 2004, 416 стр.
5. К. Фляйшер, Б. Бенсуссан, «Стратегический и конкурентный анализ. Методы и средства конкурентного анализа в бизнесе» — 2005, 544 стр.
6. Официальный сайта ПАО Компания «Сухой» — http://www.sukhoi.org/.

Модернизация системы повышения квалификации государственных служащих

Полидорская М.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Данилочкина Н.Г.
МАИ, Москва
marina.polidorsckaya@yandex.ru

Сегодня проблема низкой квалификации служащих российских государственных учреждений – это один из самых значительных факторов, ограничивающих продуктивное функционирование государственных органов власти, в том числе и такой структуры, как Федеральное агентство воздушного транспорта.

Профессиональная подготовка/переподготовка и повышение уровня квалификации гражданских служащих государственных организаций – это основные условия для повышения качества и объема знаний и навыков служащих государственных организаций.

Целью работы является разработка методов повышения уровня знаний государственных служащих.

В перечень подходов к повышению эффективности работы государственного аппарата входит обеспечение стабильно и продуктивно функционирующей системы повышения квалификации, профессиональной переподготовки/подготовки служащих государственных учреждений.

Именно по этой причине вопрос, связанный с организацией профессионального развития, переобучения и обучения служащих государственных учреждений, в настоящее время считается приоритетным в системе кадровой политики и службы в государственных организациях.

Для максимального усовершенствования системы профессиональной подготовки и повышения квалификации служащих, требуется принятие следующие мер:

1. Конкретизировать и закрепить на законодательном уровне (в нормативно-правовых актах) набор обучающих средств.
2. Регулярно повышать качество и объем законодательной базы, включая учебные нормы и стандарты.
3. Реализовать интеграцию проектов-инноваций, связанных с организацией повышения уровня профессиональной подготовки служащих государственных организаций.
4. Создать вспомогательный комплекс показателей, которые могут использоваться для оценки профессиональной подготовки служащих государственных служащих по результатам прохождения обучения.

Руководствуясь результатами исследовательской работы, можно обосновать значимость повышения эффективности систему обучения служащих государственных учреждений и организаций.

Ведущее значение среди них имеет современная технология, обеспечивающая обучение служащих государственных учреждений удаленно (дистанционное обучение). В связи с этим

появляется возможность выделить экономические и социальные факторы привлекательности и востребованности удаленного обучения для служащих Федерального агентства воздушного транспорта

Для решения имеющихся противоречий и недочетов в системе повышения квалификации служащих государственных организаций, нужно осуществить качественную коррекцию методологической базы процесса повышения квалификации и обучения. Вместе с тем нужно делать акцент на самые актуальные зарубежные практики в сфере подготовки и повышения квалификации служащих государственных учреждений, оценивать их продуктивность и причины, по которым государственные учреждения приняли решение отказаться от их использования.

Названные выше меры дают возможность сделать процесс государственного управления гораздо более эффективным. Кроме того, указанные основные направления для повышения квалификации и обучения служащих государственных учреждений дадут возможность планомерно решать самую главную проблему, связанную с гражданско-служебной деятельностью – обеспечение компетентного, профессионального и высоконравственного кадрового состава служащих государственных организаций.

Стратегический анализ авиакомпании Korean Airline

Потапова В.С., Стабилини В.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Якушова Е.С.
Финансовый университет, Москва
potap4ic99@gmail.com

Развитие авиаперевозок Российской Федерации происходит в условиях быстро изменяющейся среды, по числу перевозок Российская Федерация находится в топ-6 стран мира. Однако, чтобы удерживать свои позиции на прежнем уровне ведущим российским авиакомпаниям необходимо реагировать на любые изменения правильной разработкой стратегии.

За последние 10 лет в конъюнктуре рынка произошли изменения, в числе которых увеличение доли пассажиропотока в Азиатских странах до 32,3% или 12 165 полётов. Мы наблюдаем стремительное увеличение ВВП азиатских стран, уровня жизни, что отражается на многих сферах жизни, в том числе и на авиаперевозках. В данном исследовании, мы проанализируем по матрице VRIO авиакомпанию Южной Кореи и определим какие факторы азиатского успеха в стоить учитывать на российском сегменте.

Перед проведением анализа необходимо определить портрет компании. Korean Airlines – национальная и крупнейшая авиакомпания Южной Кореи, входит в первую двадцатку ведущих авиакомпаний мира по объёму перевозимых пассажиров, имеет маршрутную сеть на международных направлениях в 128 городов 45 стран мира.

Используя свои основные преимущества и возможности, компания Korean Air Domestic Air Services может поддерживать конкурентные преимущества и лидерство над другими местными, а также международными игроками в отрасли.

Мы использовали анализ VRIO — инструмент стратегического анализа, призванный помочь организациям раскрыть и применить ресурсы и возможности, которые дадут им долгосрочное конкурентное преимущество. VRIO используется для оценки ситуации внутри организации — её ресурсов, их конкурентного влияния и возможного потенциала для улучшения в данной области или для конкретного ресурса. VRIO — это аббревиатура для системы из четырех вопросов: ценность, редкость, гибкость и организация.

Valuable (ценность) – первый показатель оценивает ресурсы, увеличивающие ценность компании.

• Сильное глобальное присутствие на мировом рынке, для расширяющей свой размер, сделки компании.

• Премиум-продукты – предлагаются многочисленные, исключительные и уникальные продукты, подробное описание свойств продуктов

• Высококлассный бренд – фирменное наименование позволяет потребителям чувствовать эмоциональную привязанность и воспринимать его как продолжение себя, порождает приверженность бренду.

Rare (редкость) – показатель оценивающий ресурс компании в её исключительности

• Сильное глобальное присутствие — крупнейшая компания «всё включено». Сервис на борту самолёта включает в себя широкий спектр блюд различных кухонь, а также уникальный выбор корейских блюд, что особенно ценят пассажиры Domestic Flights, закуски в течение всего полёта, винная карта. Услуга «Прошу разбудить», туалеты для пассажиров с ограниченными возможностями –все это подтверждает исключительность сервиса на борту Korean Airlines.

• Премиум-продукты – не обладают редкими и уникальными качествами, так как другие авиакомпании имеют доступ к аналогичным продуктам

• Высококлассный бренд – является уникальной ценностью для компании, так как такая лояльность и преданность клиентов сложно достижима. Во многом это связанно с отношением корейцев к отечественным продуктам и сервисам, для них важно находится в родной среде на протяжении полёта.

Inimitable (гибкость) — показатель оценивающий заменимость ресурса компании

• Глобальное присутствие ─ ни один из конкурентов внутренних воздушных перевозок не может сравниться с таким огромным международным присутствием с точки зрения качества и согласованности. Для этого требуются крупные вливания инвестиций

• Премиум-продукты – легко имитируются другими компаниями, однако тяжелы для организации на должном уровне

• Высококлассный бренд – другие компании могут обновить свою упаковку, продублировать план действий Korean Air, следовательно, ресурс легко имитируется.

Organized to exploit (организация для использования) – оценка ресурса с точки зрения его приспособленности для использования

• Глобальное присутствие – Korean Air успешно используют этот потенциал

• Премиум-продукты – компания использует активные инновации в разработке новых продуктов, она успешно использует данных ресурс

• Высококлассный бренд – эффективно использует этот ресурс и усиливает бренд и обещание бренда которые в целом ценят клиенты.

По результатам анализа мы видим, что компания придерживается стратегии TQM (всеобъемлющий менеджмент качества) — стратегия развития компании на основе выдвижения качества продукции и услуг в качестве главной цели и приоритетного критерия оценки эффективности развития. При том, что компания расширяет свою географию, именно высокий уровень качества услуг создает её уникальность. В то время как российские авиалинии строят свою стратегию на расширении географии полётов и при этом, исходя из отзывов пассажиров, не обеспечивают высокий уровень сервиса.

Системный анализ и разработка онтологической модели приборостроительного производства в концепции индустрии 4.0

Рахмилевич И.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Скородумов С.В.
МАИ, Москва
damougod@gmail.com

Современные приборостроительные предприятия обладают большими производственными мощностями, однако большинство из них узкоспециализировано, то есть выполняют лишь определённую часть работ при производстве сложных технических средств.

Со стороны заказчика огромное число различных предприятий и производств видится необъятным. Ведь, чтобы произвести какой-либо сложный технический продукт, заказчик вынужден в индивидуальном порядке рассматривать предложения на рынке, возможно даже

закупать составные части самостоятельно, заботиться их доставкой и конечной сборкой продукта.

Со стороны предприятий является важным грамотно преподнести себя, описав полный спектр выполняемых работ, а также получить как можно больше заказов для различного оборудования на производстве, чтобы наиболее эффективно использовать имеющееся оборудование и ресурсы.

Выходом из сложившейся ситуации является агрегирование предприятий и производств и создание на их основе виртуального предприятия, которое принимает заказы и распределяет нагрузку. Такой подход значительно сократит время заказчика, затрачиваемое на нахождение подходящих исполнителей. Производства же будут конкурировать друг с другом внутри виртуального предприятия более точечно, буквально каждым станком, что повысит качество производимой продукции на всех предприятиях участниках. Конечно, для более удобной обработки заказов, их подачу и оформление придётся стандартизировать, что в свою очередь повлечён ещё большую автоматизацию производств: меньше переналадки станков, меньше рисков произвести неверный продукт и повышение отказоустойчивости за счёт возможности произвести необходимую продукцию на любом подходящем предприятии-участнике. Соответственно, понадобится меньше обслуживающего персонала, ведь человек лишь будет заниматься аудитом заказов, контролем и ремонтом станков.

Для реализации описанной системы построены онтологических моделей различных приборостроительных предприятий и виртуального предприятия. Произведён системным анализ способов автоматизации производств и возможных путей агрегирования нескольких предприятий в одно виртуальное.

Современное состояние и перспективы развития пассажирских авиаперевозок в России

Родзина А.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Тарасова Н.В.
МАИ, Москва
rodzina.anna2014@yandex.ru

Основными проблемами на рынке пассажирских авиаперевозок в России являются низкая динамика рынка, волатильность цен на авиационное топливо, хорошие конкурентные позиции других видов транспорта. Для оценки состояния отечественного рынка пассажирских авиаперевозок можно использовать такие показатели, как количество перевезенных пассажиров, процент занятости пассажирских кресел, интенсивность полётов, авиационная подвижность населения по сравнению с индикаторами мирового пассажирского воздушного транспорта.

Факторами, влияющими на развитие гражданской авиации, являются состояние, возрастная структура используемого парка воздушных судов и объектов инфраструктуры, структура и динамика эксплуатационных расходов.

Воздушный транспорт стратегически значимым звеном отечественной экономики, так как играет ключевую роль в обеспечении транспортной доступности перевозок для населения, повышении качества жизни населения и уровня развития экономики, использовании транзитного потенциала Российской Федерации, интеграции в мировую транспортную систему и повышении её конкурентоспособности на мировом рынке, обеспечении экономической безопасности государства путем сохранения его транспортной целостности, готовности к чрезвычайным ситуациям.

Развитие авиационных технологий, модернизация и обновление материально-технической базы и инфраструктурных элементов отрасли активно включены в задачи развертывания инновационного сценария развития страны, реализуемого в соответствии с приоритетными направлениями развития науки, техники и технологий.

Интерес профессионального сообщества к состоянию и перспективам развития глобального рынка пассажирских авиаперевозок определяется его динамикой в результате

роста мобильности населения и уровня его благосостояния, уменьшением тарифов на воздушные перевозки, обусловленных снижением цен на авиатопливо, в сочетании с усиливающейся консолидацией отрасли и применением бизнес-модели лоукост, реализуемой рядом авиакомпаний.

В то же время отечественные пассажирские перевозки воздушным транспортом существенно отстают от мирового уровня и по ключевому индикатору развития отрасли – авиационная подвижность населения.

Если среднее количество авиаперелетов, совершаемых одним жителем страны, в США составляет 2,5 в год, в Европе – 2, то в России – менее 0,6. Причины такого положения дел кроются не только в невысоком платежеспособном спросе, но и в недостаточном уровне развития региональной авиации, как по числу аэропортов, так и по парку воздушных судов. В России, где более 60% территории недоступно иным видам транспорта, кроме воздушного, а 28000 населенных пунктов не имеют круглогодичного доступа к основным коммуникациям, почти в 6 раз сократилась сеть аэродромов, обслуживающих местные воздушные линии.

В настоящее время 74% всех рейсов выполняются через московский авиационный узел. В «майском» указе от 7 мая 2018 г. № 204 Президентом поставлена задача к 2024 г. довести долю межрегиональных регулярных пассажирских авиационных маршрутов, минующих московский авиационный узел во внутренних авиаперевозках, до 50%.

Для решения выше перечисленных проблем логичным решением станет необходимость выполнения ряда условий:

• Возможность получения сертификата эксплуатанта без учета требования к минимальному количеству воздушных судов в парке;

• Отсутствие ограничений на участие иностранных инвесторов в составе вновь создаваемых авиакомпаний;

• Формирование маршрутной сети на основе мониторинга привлекательности аэропортов для низкобюджетных авиакомпаний с точки зрения топливообеспечения, стоимости услуг взлет-посадки и авиационной безопасности, пользования аэровокзалом и обслуживания пассажиров;

• Формирование нормативно-технической базы для перспективного проектирования новых терминалов, удешевляющих обслуживание низкобюджетных авиаперевозчиков;

• Субсидирование аэропортовой и авиаперевозочной деятельности со стороны субъектов Российской Федерации, муниципалитетов, в развитии регулярных авиасообщений и въездного туризма.

Модернизация материально-технической базы и объектов инфраструктуры воздушного транспорта, развитие авиационных технологий, совершенствование бизнес-моделей пассажирских авиаперевозок, развитие маршрутной сети должны сопровождаться сопряженными преобразованиями на рынке труда и образования, в области инноваций и непосредственно на рынке воздушного транспорта.

Устойчивый рост транспортной доступности и авиационной подвижности населения как важнейших параметров, определяющих качество жизни населения и уровень развития экономики, должен стать стратегическим ориентиром и критерием оценки результатов функционирования сферы воздушных перевозок.

Разработка стратегии маркетинга персонала промышленного предприятия

Сарбаш Г.А.
Научный руководитель — к.э.н. Мезина Н.А.
МАИ, Москва
sarbash_galina@mail.ru

Успех любого предприятия – это в первую очередь его персонал, без которого оно не сможет осуществлять свою детальность таким образом, чтобы эффективно выполнять свои задачи. для этого существуют определённые системы, благодаря которым можно выявить потребности организации в персонале и, тем самым, удовлетворить их.

Маркетинг персонала – это вид управленческой деятельности, направленный на долгосрочное обеспечение организации человеческими ресурсами.

Используются методы, представляющие собой синтез маркетинговых и кадровых методов управления. Главное отличие маркетинга персонала от классических общепринятых методов планирования персонала в том, что он рассматривает рынок труда именно как рынок, то есть сферу, которая действует по рыночным законам, что позволяет повысить конкурентоспособность предприятия.

Для высокотехнологичных промышленных предприятий правильных подход к маркетингу персонала очень важен. Эффективность его использования зависит от внутренних и внешних факторов. К первым относятся цели, которые ставит перед собой организация, её финансовые ресурсы и кадровый потенциал. Для второго фактора, который оказывает влияние на маркетинг персонала, необходимо проводить оценку ситуации на рынке труда, развитие технологий, социальных потребностей и тому подобное.

Для решения проблем с ведением маркетинга персонала на любом производственным предприятии, следует направлять все ресурсы не только на то, чтобы подбирать грамотных и знающих толк в своей работе сотрудников, но и следить за персоналом, который уже имеется на предприятии. Необходимо поддерживать и совершенствовать условия труда сотрудников организации, условия их рабочих мест и всего того, что необходимо им ля эффективного и качественного выполнения своей работы.

Оценка и повышение конкурентоспособности авиакомпании бизнес-авиации

Славнова П.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Калугина Г.А.
МАИ, Москва
polina.slavnova@mail.ru

В быстро развивающейся стране предприятиям отрасли бизнес-авиации особое внимание следует уделить факторам, влияющим на их конкурентоспособность, так как именно она является ключевым аспектом успешного функционирования авиационной компании.

В связи с динамичностью внешней среды, руководство каждой компании бизнес-авиации стремиться улучшить свои финансовые показатели, производственные характеристики и конкурентоспособность производимых товаров и услуг.

Актуальность научного исследования заключается в увеличении уровня рыночной конкуренции в отрасти бизнес-авиации экономики России, вследствие чего возникает необходимость предприятий в повышении уровня своей конкурентоспособности для избегания дальнейших негативных последствий на устойчивость развития бизнеса.

Целью научной статьи выступает исследования необходимости оценки конкурентоспособности предприятия бизнес-авиации и разработка методов её повышения.

Научная новизна исследования заключается в разработке методов повышения уровня конкурентоспособности предприятий бизнес-авиации.

Оценка конкурентоспособности предприятия возможно при помощи различных методов, задачей которых выступает анализ финансовой устойчивости организации, её платежеспособности, эффективности использования активов, основных средств, при помощи оценки конкурентоспособности продукции и всего продуктового портфеля [1; 2].

В статье приведены результаты исследования наиболее популярных методов, которые используются отечественными компаниями бизнес-авиации с целью повышения уровня своей конкурентоспособности.

Первый метод – оптимизация структуры капитала, реструктуризация активов и пассивов. В частности, важным вопросом является управления в рамках данного направления – управления дебиторской и кредиторской задолженности, при помощи чего, финансовая устойчивость организации повышается, снижается риски не ликвидности активов и способствует приток денежных средств в операционный цикл компании.

Второй метод – повышение уровня качества сервиса клиентского обслуживания. Необходимо внедрение информационных технологий, которые позволят автоматизировать работу с клиентами и ускорить процесс их обслуживания, что напрямую влияет на уровень потребительской лояльности, выступающего ключевым, и главное бесплатным способом маркетингового продвижения.

Третий метод – внедрение принципов бережливого производства. Современные условия авиационного бизнеса в России таковы, что компании, которые не устраняют свои излишние издержки и затраты на различные категории ресурсов, одни из главных претендентов на список предприятий, которые могут со временем быть ликвидированы.

Четвертый метод – расширение рынков и выход на новые зарубежные авиационные площадки. Увеличение представительства и расширения своего рынка сбыта – верное решение для предприятий, целью которых выступает стратегия роста и масштабирования бизнеса. Однако, данный метод может привести к негативным последствиям в виде роста кредиторской задолженности и снижения уровня рентабельности производства и бизнеса в целом.

Выбор системы методов определяется специфическими особенностями функционирования компаний авиационной промышленности.

В рамках данной работы оценивалась конкурентноспособность предприятний бизнес-авиации. Исходя из ключевых факторов успеха компаний, можно сделать вывод, что данный вид предприятний базируется на таком типе конкурентного преимущества, как качество услуги. Именно высокое качество, узнаваемость марки и качественное постпродажное обслуживание позволит компании держать свои позиции и двигаться дальше. Таким образом компаниям бизнес-авиации необходимо применять стратегию широкой дифференциации.

Таким образом, подводя итоги научного исследования статьи, важно отметить следующее: что оценка конкурентоспособности авиакомпании бизнес-авиации – важный инструмент стратегического управления, без должного внимания к которому практически невозможно оптимизировать свою деятельность и увеличивать долю рынка своей компании.

Список литературы:

1. Шелудько Е.Б. Конкурентоспособность предприятия: сущность, факторы и принципы // Концепт. 2016. №6.

2. Габибова М.Ш. Пути повышения конкурентоспособности предприятия // Актуальные вопросы экономики и управления: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Москва, июнь 2015 г.). — М.: Буки-Веди, 2015. — С. 85-87.

Проблемы формирования стратегии инновационного развития предприятия

Суханова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Внучков Ю.А.
МАИ, Москва
ann17091997@mail.ru

В рамках инновационного развития важное значение имеет планирование НИОКР. Два главных направления, по которым принимаются решения в ходе планирования НИОКР это: отбор проектов в портфель и распределение ресурсов.

Первое направление — отбор проектов в портфель НИОКР — имеет свою специфику. Компания, вкладывающая большие средства в исследования и разработки, по существу вовлечена в два вида деятельности (два вида бизнеса):

1) основную (операционную) деятельность, которая состоит в преобразовании исходных ресурсов согласно целям предприятия в готовую продукцию, удовлетворяющую запросы потребителей;

2) неосновную научно-техническую деятельность, результатом которой является новые техника и технология, которые могут стать предметом дальнейшей коммерциализации и обеспечить устойчивое и эффективное развитие предприятия в будущем.

Концепция двойного бизнеса обеспечивает максимальное использование вложений в научно-техническое развитие. При отборе проектов они делятся на четыре типа:

1 тип – проекты, тесно связанные с формальной программой и могут быть включены в план при условии достаточности потенциала;

2 тип – проекты, не соответствующие плану, но являющиеся многообещающими.

3 тип – проекты, не подходящие для существующего плана и не оправдывающие его изменения, однако имеющие коммерческую ценность.

4 тип – проекты, не имеющие перспектив и не соответствующие имеющимся возможностям. Должны быть прекращены.

Принципы принятия решений относительно НИОКР:

• Принятие таких решений должно быть интегрировано в общую модель принятия управленческих решений на предприятии;

• Решения должны приниматься не только исходя из параметров каждого отдельного проекта, но и с учетом их вклада в конечные результаты деятельности предприятия.

Второе направление — выделение ресурсов. Ресурсы ограничены. Выделение ресурсов – задача стратегическая. Выделенные средства должны позволить предприятию не отстать от других, максимально возможные расходы несут предприятия, которые видят свое будущее в достижении или сохранении научно-технического лидерства.

В целом, о преимуществах и недостатках работы АО «ЦНИИмаш» можно судить по результатам SWOT-анализа системы управления.

Сильные стороны: высокий уровень известности, эффективная система логистики, высокий уровень сервиса, проведение маркетинговых исследований, эффективная система управления, высокая квалификация персонала, большой срок работы на рынке.

Слабые стороны: низкая маркетинговая активность; слабая работа по формированию лояльности партнеров (поставщиков и потребителей); относительно небольшие ремонтные площади; недостаточно эффективная система обучения персонала.

Возможности: высокая репутация и доверие к предприятию; сохранение доходов у части населения в условиях кризиса и постепенный выход предприятия из кризиса.

Угрозы: насыщение инновационного рынка; влияние кризиса на доходы населения; колебания курсов валют.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что развитие преимуществ организации связано в первую очередь с внутренними изменениями: постановкой стратегических целей, разработкой стратегических документов и формированием системы управления персоналом в рамках концепции маркетинга. Политика общественных связей компании должна основываться не на слепой вере в информационную прозрачность и исполнении желаний потребителе, а в первую очередь на кратко-, средне- и долгосрочных целях, и задачах бизнеса, и стратегиях его развития.

Конкуренция – основной регулирующий механизм рынка

Сытова А.Г.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Данилочкина Н.Г.
МАИ, Москва
annsytova@yandex.ru

На данный момент рыночная экономика состоит из большого количества разнообразных структур, которые взаимодействуют между собой под общим понятием рынок. Определяющим понятием, которое выражает сущность рыночных отношений между данными структурами, является понятие конкуренции.

Конкуренция – это соперничество субъектов рынка за экономические ресурсы. Также это процесс противоборства, взаимодействия и взаимосвязи между компаниями для того, чтобы обеспечить лучшие возможности сбыта собственной продукции, которая способна удовлетворить весь спектр желаний потребителей.

После анализа литературы, посвященной выбранной теме, можно выделить следующие подходы к определению конкуренции.

Подход первый определяет конкуренцию как соперничество компаний на рынке.

Второй подход говорит о конкуренции с точки зрения элемента рыночного механизма. Данный механизм позволяет уравновесить спрос и предложение.

Подход третий рассматривает конкуренцию с точки зрения критерия, по которому возможно определить тип отраслевого рынка.

Исходя из выбранной темы, дадим характеристику роли конкуренции с точки зрения элемента рыночного механизма:

1. Конкуренция служит инструментом для того, чтобы установить равновесную цену (равновесие спроса и предложения).
2. Конкуренция помогает сохранить нормальные условия производства и реализации товаров и услуг.
3. Конкуренция служит стимулом к развитию научно-технического прогресса и росту эффективности производства.
4. При противоборстве предприятий увеличивается их расслоение, так как это способствует укреплению их социально-экономической дифференциации. То есть одни компании терпят убытки, а другие наращивают свою мощь.

Также необходимо выделить следующие функции конкуренции:

1. Регулирующая функция. которая подразумевает под собой влияние конкуренции на предложение, а также на производство товаров и услуг для того, чтобы установить соответствие спросу.
2. Функция размещения. Данная функция проявляется в размещении факторов производства в местах таким образом, чтобы их применение обеспечивало наивысшую отдачу.
3. Инновационная функция. Такая функция наблюдается во всевозможных нововведениях, которые являются следствием научно-технического прогресса и обусловливаются развитием предприятий.
4. Адаптационная функция направлена на приспособление компаний к условиям внешней и внутренней среды. Это помогает переходить от выживания предприятий к увеличению сфер их хозяйственной деятельности.
5. Распределительная функция оказывает прямое и косвенное влияние на валовой национальный продукт, который распределяется среди потребителей.
6. Контролирующая функция направлена на то, чтобы не возникло установление монополии (давления одних фирм на рынке над другими).

Перечисленные выше функции способствуют функционированию рыночной экономики.

Список литературы:

1. Кулова Р. Б. Понятие конкуренции // Региональная экономика: теория и практика. 2010. №20. С. 38 — 43.
2. Мокроносов А. Г., Маврина И. Н. Конкуренция и конкурентоспособность // Учебное пособие / Екатеринбург: Изд-во Урал ун-та, 2014.
3. Одесс В. Конкуренция – двигатель экономики рыночного типа // Маркетинг. 2008. №5. С. 6 — 11.

Разработка и предложение основных этапов оценки качества услуг в сфере аэропортовой деятельности

Тетёркин Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Агеева Н.Г.
МАИ, Москва
teterkin_nikita@mail.ru

На сегодняшний день для поддержания оптимального уровня конкурентоспособности на воздушном транспорте качество оказываемых услуг – это наиболее значимый критерий высокой конкуренции организаций, связанных с гражданкой авиацией. Объективная оценка

качества услуг, которые предоставляют современные аэропорты, пока ещё проработана и изучена недостаточно.

Информация, которая была предоставлена представителями «ACI Europe» («Международного совета аэропортов), гласит, что в отрасли аэропортовой деятельности ведущими формами поддержания конкурентоспособности выступают следующие:

• Конкуренция между аэропортами за формирование и дополнение клиентской базы из: пассажиров, грузоперевозчиков, арендаторов, авиационных компаний;

• Конкуренция между аэропортами за статус своих узловых представительств (хабов), а также за транзитно-транспортные потоки между ними;

• Конкуренция между аэропортами, которые имеют пересекающиеся области охвата;

• Конкуренция между аэропортами, которые ведут свою деятельность в одном мегаполисе;

• Конкуренция между авиакомпаниями за право обеспечения хэндлинга (наземного обслуживания);

• Конкуренция, которая наблюдается между отдельно взятыми терминалами.

Основная цель нашей исследовательской работы – создание точного и качественного метода, позволяющего оценить уровень качества услуг организаций, ведущих аэропортовую деятельность. С помощью данного метода можно будет обеспечить улучшение качества осуществления пассажирских перевозок с помощью средств воздушного транспорта, оказания авиационных услуг и выполнение работ, его повышение до международного уровня.

Приоритетная деятельность любого аэропорта – перевозка грузов, почты и, конечно же, пассажиров. Самыми распространенными «проблематичными местами» в работе аэропортов Российской Федерации, по мнению большинства пассажиров, выступают следующие:

• Недостаточная пропускная способность аэропортовых терминалов;

• Слишком долгий процесс прохождения всех контролирующих пунктов;

• Слабо развитая инфраструктура.

Объект исследовательской работы – деятельность аэропортовых организаций, которая касается пассажирского сервиса.

Предмет исследовательской работы – управления уровнем качества пассажирского сервиса.

Качество предоставляемых аэропортом услуг должно оцениваться в несколько этапов. Кроме того, предлагается объединение всех недочетов в работе отечественных аэропортов в целях определения и устранения причинно-следственных взаимосвязей.

На начальном этапе целесообразно выделить группы потребителей аэропортовых услуг. На последующем этапе нужно сформировать комплекс конкретных показателей уровня качества функционирования аэропорта, т.е. идентифицировать услуги, оказываемые аэропортовой организация для той или иной группы потребителей.

На этапе №3 встает задача, связанная с выделением комплексных критериев для оценки уровня качества функционирования аэропорта.

Использование общих положений, регламентирующих пассажирский сервис и оценку уровня качества услуг аэропортов в отечественных организациях аэропортовой сферы, представляется возможным при применении лучшего опыта крупнейших международных аэропортов и при учете международных норм и стандартов.

Достоверная оценка качества предоставляемых аэропортами услуг и исследование факторов, которые оказывают воздействие на продуктивность функционирования аэропортов, дадут возможность верно определить самые слабые и сильные стороны работы организации, а также перспективные направления для улучшения качества услуг.

Технические и экономические знания, как инструмент управления высокотехнологичным комплексом

Ушакова М.И.
Научный руководитель — к.э.н. Мезина Н.А.
МАИ, Москва
ushakovamaria15@gmail.com

Производственный менеджмент – это вид профессиональной деятельности, связанный с эффективным и рациональным управлением любым производственным процессом.

Задачи производственного менеджмента:

1. Внедрение новых видов изделий в производство;
2. Систематическое уменьшение всех затрат на изготовление продукта;
3. Повышение уровня качества, потребительских характеристик при одновременном снижении стоимости выпускаемого продукта;
4. Постоянное осваивание новых видов изделий, расширяя номенклатуру выпускаемого продукта и изменяя его ассортимент;
5. Снижение издержек на этапах производственно-сбытового цикла.

Предприятие как субъект рыночного хозяйства, требует жесткой борьбы за рынок сбыта своих изделий, стремится к максимизации прибыли, нуждается во внедрении в практику соответствующих управленческих и организационных решений. Система производства требует: а) оптимизацию состава и структуры элементов производства, с целью обеспечения эффективной работы организации; б) обеспечить оптимизацию материальных, трудовых, финансовых ресурсов при выпуске конкурентной продукции.

Знания и умения являются источником конкурентного преимущества на рынке, навыки персонала, слаженная работа, поддержка в коллективе и благоприятная атмосфера в окружающей среде — это то, что дает организации развиваться и находить решения в технических, экономических и управленческих проблемах.

В настоящее время рынок труда нуждается не только в таких специалистах как экономисты, но и в технических специальностях. Инженеры применяют теории и принципы различных наук в технических и экономических вопросах технико-практических проблем. Инженеры–технологи руководят производственными участками на промышленных территориях. Их связующим звеном является работа между научными открытиями и разработками и их применением на практике. Инженеру–технологу важно понимать основные законы и принципы управления высокотехнологичной сферой. Специалисты тесно работают с инструментами бережливого производства и контроля качества, используя знания на всех этапах деятельности предприятия, от проектирования до реализации продукции, с целью сокращения потерь и уверенности в отсутствии отклонений в качестве.

В службе главного технолога могут существовать разные сектора, такие как: сектор технологического менеджмента, сектор обеспечения инженерного и технологического оборудования, сектор патентоведения.

Задачами данных секторов выступают:

• Разработка и актуализация стандартов организации, разработка инструкций, методик, положений, предложений, руководящих указаний, схемы сборки, маршрутные карты, организация аттестации рабочих мест;

• Обеспечение измерений при технологических испытаниях;

• Разработка план-графиков проверок технологической дисциплины и проведение проверок;

• Выявление результатов интеллектуальной деятельности (РИД), оформление прав на объекты интеллектуальной деятельности (ОИС);

• Патентные исследования в рамках НИР, ОКР;

• Составление патентных паспортов, участие в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы;

• Мониторинг нарушений исключительных прав организации;

• Участие в подготовке новых проектов;
• Внедрение бережливого производства;
• Эксплуатация и обслуживание технологического и инженерного оборудования;
• Технологический менеджмент изделий;
• Подбор оборудования для оснащения производства;
• Обеспечение производственного контроля, участие в процедурах входного контроля с составлением протоколов, актов, отчетов;
• Обеспечение выполнения требований стандарта ГОСТа в области качества;
• Составление пооперационного маршрута обработки деталей и сборки изделий;
• Анализировать причины брака и продукции низкого качества, для дальнейшего устранения потерь;
• Составление плана размещения оборудования в рабочем цеху, заниматься техническим оснащением и организацией рабочих мест, рассчитывать производственные мощности и вести контроль над загрузкой оборудования.

Стратегический подход к ведению бизнеса авиакомпаний на основе определения величины предполагаемого спроса на рынке воздушных перевозок

Харитонова Е.Н.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Немчинов О.А.
Самарский университет, Самара
lena.haritonova1998@gmail.com

Современная рыночная экономика характеризуется большим количеством производителей товаров или услуг и потребителей, которых в условиях жесткой конкуренции необходимо заинтересовать и привлечь выгодным предложением к покупке данных товаров или услуг. Отрасль пассажирских воздушных перевозок, являющаяся неотъемлемой частью экономического фундамента транспортного сообщения страны, подчиняется законам ведения борьбы в рамках рыночной конкуренции.

Растущий спрос стимулирует предложение и вынуждает авиакомпании в конкурентной борьбе изыскивать всевозможные способы выживания и новые методы работы в целях финансовой стабилизации [1]. Определение уровня имеющихся ресурсов и правильное их распределение позволяет создать благоприятную среду для построения успешной бизнес-модели. Процесс обоснования управленческих решений должен базироваться на результатах прогнозной оценки изменения внешних и внутренних факторов [2]. Анализ всех составляющих, от конъюнктуры до обстановки внутри отделов, позволяет выработать четкую стратегию поведения для перевозчиков разного уровня: для лидеров – стабильное состояние, для второстепенных участников – стремление к повышению рейтинга, для наименее популярных компаний – удержание без цели выхода на лидирующие и второстепенные позиции. Дополнительно, данные исследования позволяют определить необходимые капиталовложения при имеющихся ресурсах компании, не задевая при этом интересов пассажира.

Коммерческая авиация характеризуется значительной степенью концентрации пассажиропотока. По результатам 2019 года пять ведущих отечественных авиакомпаний (Аэрофлот – российские авиалинии, Сибирь, Россия, Победа, Уральские авиалинии) перевезли 64,6% всего пассажиропотока гражданской авиации [3]. Большой пассажиропоток этих авиакомпаний связан с широким спектром предоставляемых услуг, использованием современной техники и обширными маршрутными сетями, что позволяет им с каждым годом увеличивать количество перевозимых пассажиров [4].

В рамках исследования проведена оценка конкурентной ситуации на заданной воздушной линии с целью изучения изменения спроса на основе использования современных методик маркетинга. При имеющихся особенностях авиатранспортного рынка проведен сравнительный анализ использования инструментов стратегической политики в различных

состояниях спроса, существующего у перевозчиков на приоритетном направлении воздушной перевозки. В ходе работы подтверждается теория, что при разработке долгосрочного стратегического плана основным фактором выбора тактики ведения бизнеса является не только деятельность основных конкурентов, но и актуальность предложения в зависимости от сезона.

Анализируя структуру рынка в различных экономических условиях, авиакомпании, располагающие более скромными ресурсами, могут вырабатывать эффективную стратегию при конкурентной борьбе, а ведущие перевозчики с помощью индивидуальных стратегических инструментов сохранять стабильное состояние на воздушной линии, не обращая внимания на внешние факторы. Рассматриваемая отрасль подвержена влиянию различных экономических, политических и других факторов. Грамотно выстроенная конкурентная политика позволяет минимизировать негативный эффект внешнего воздействия для создания и поддержания стабильной ситуации на рынке.

Список литературы:

1. Немчинов О.А. Экономика авиатранспортной отрасли: учеб. пособие / О.А. Немчинов, В.А. Хайтбаев. – Самара: Издательство Самарского университета, 2018. 112 с.

2. Маслаков В.П. Хозяйственный механизм авиатранспортных предприятий [Текст]: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2015. 368 с.

3. Данные с официального сайта Федерального агентства воздушного транспорта РФ (Росавиации) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.favt.ru (дата обращения: 03.02.2020 г.).

4. Харитонова Е.Н. Оценка конкурентного потенциала рынков коммерческих авиаперевозок на основе применяемых стратегических решений / Е.Н. Харитонова, О.А. Немчинов // Транспортный бизнес и логистика: актуальные аспекты развития: тезисы докладов I Всерос. науч.-практ. конф. (17-19 февраля 2020 г.). – Самара: Изд-во Самарского университета, 2020, С. 142-144.

Основные тенденции применения интернет-рекламы в высокотехнологичных отраслях промышленности

Хохлов И.Н.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Землянская Н.Б.
МАИ, Москва
ivxoxlov@mail.ru

В наше время люди стали скептически относится к рекламе и старые методы уже не работают. Компании пробуют инновационные стратегии и выявляют новые рычаги влияния на аудиторию. За последнее время стало понятно, что самая эффективная реклама – это тесные отношения бренда с окружающим нас миром и средой потребления. Внимание с продукта уходит на второй план, а на первый выходит полезное действие контента, исследование темы, интересный интерактив или трогательная история. Бренд начинает обращать свое внимание на какие-либо проблемы и пытается помочь в той или иной ситуации — это сильный информационный повод для медиа. Самая сильная сторона интернета как инструмента маркетинга – это охват общественности. Интернет — это всемирная паутина, объединяющая людей в одно сообщество, где они общаются друг с другом, и если бренд со своей идеей умудряется проникнуть в диалог и оставить там пищу для потребителей, то его послание сами пользователи разбрасывают по всей сети.

Прослеживается гигантский рост популярности «программатика», а также расширение всевозможного рекламного инструмента и его используемых форматов. Семимильными шагами развивается бренд-медиа и персонализированный контент.

Персонализация — логичный шаг к тому, чтобы знать все о своем потребителе и предлагать нужный товар ещё до того, как потребитель успеет о нем подумать. Запад с этим трендом находится в тесных отношениях, что нельзя сказать о нашей стране. Бренды персонализируют контент, свои сайты, каналы в инстаграме и другие площадки, где есть такая возможность. Кроме того, Бренд-медиа предоставляют доступ клиентам работать с cookies данными пользователей. Это позволяет максимально сегментировать потребителей и

предоставить каждому сегменту индивидуальные предпочтения. Используя бренд-медиа, компании могут быть максимально эластичными в современной среде в зависимости от изменений в поведении и интересах пользователей. Повышается количество рекламных кампаний, основанных на cookies данных, таким образом рынок digital глобально фокусируется на поиске путей усиления эффективности компании и трекинга с помощью данных технологий. В этом сегменте мы увидим всяческие коллаборации и партнерства между компаниями.

Однозначно увеличится сегмент e-com за счет развития маркетплейсов, интеграции e-com функционала в социальные сети и другие платформы. В этом году переродится виртуальная реальность в рекламе за счет интеграции AR функционала в соцсети, браузеры и смартфоны. Большая конкуренция в среде видеопродакшна и росту технологий, выводит на новый уровень подачу контента для любой аудитории потребителей. Видео смотрят все, и уже доказано, что воспринять информацию глазами и ушами намного проще. Немало важным трендом остается запуск самостоятельных рекламных интеграций на площадках медиа в социальных сетях и приложениях. Помимо этого, площадки планируют включить проценты для участников за дохода от рекламы. Площадки понимают, что предоставлять ценную аудиторию бесплатно больше нельзя. Хотя все медиа считают прирост аудитории на площадке своей заслугой.

В сфере промышленного производства, а уж тем более в его высокотехнологичных отраслях используются все вышеперечисленные методы. Это необходимо для планирования маркетинговой стратегии в среде постоянно изменяющихся трендов.

Можно заявить, что в современной интернет-рекламе существует такой тренд, как использование тем, которые затрагиваю их самые социальные аспекты. В последнее время, любая уважающая себя организация проводя рекламную компанию, будет пользоваться медиаканалом интернет. Интернет-реклама – самый перспективный вид маркетингового инструмента в современных условиях, которая развивается с безумной скоростью и постоянно предлагает новые точки соприкосновения с аудиторией.

Инструменты вывода компании на IPO

Худобина М.А.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Данилочкина Н.Г.
МАИ, Москва
masha.khudobina@mail.ru

Современные тенденции развития бизнеса диктуют все более жесткие условия конкуренции. Функции управленцев уходят от стандартных правил поддержания работоспособности компании, к расширению возможностей на рынке. Менеджер не может позволить организации просто существовать, необходимо быть не просто первыми, но и лучшими, чтобы добиться места в конкретной сфере среди конкурентов.

IPO – это новый инструмент бизнеса, позволяющий компании значительно расширить свои возможности. Эффективность данной модели продвижения и расширения перспектив компании требует значительных трудовых, временных, управленческих и экономических затрат. Период перед выходом на биржу является наиболее сложным, так как существуют определенные условия, выполнение которых необходимо для осуществления допуска компании к выбранной биржевой площадке, повышения имиджа компании, увеличения стоимости акций на рынке и иные факторы.

Сделана попытка описать инструменты, которые в обязательном порядке используются компанией при подготовке к IPO, а также описать их основные задачи и риски.

Первая часть исследования включает в себя определение формулирования целей при выводе компании на IPO и использовании для этого конкретных инструментов. Далее будут рассмотрены основные группы, выполняющие четко обозначенные задачи для обеспечения компании выхода на биржу. Описание тезисов и инструментов, использованных в общей подготовке, помогает сформулировать детализированные задачи для конкретных подразделений аудита, юридической и финансовой служб, маркетинга и иных подразделений.

Для менеджеров необходимо решить первичные вопросы: для какой цели осуществляется IPO, оценить риски и реальную необходимость выхода на биржу, привилегии, полученные компанией, выбор конкретной биржи и иные вопросы.

В данной работе будет использована как отечественная, так и зарубежная литература, для более полного отражения существующих знаний по данному вопросу.

Повышение кадрового потенциала наукоемкого предприятия

Шевченко А.М.
Научный руководитель — профессор, к.э.н. Еропкин А.М.
МАИ, Москва
Nan1595@bk.ru

В современных условиях организации в деятельности наукоёмких предприятий произошли кардинальные изменения, соответствующие современным вызовам научно-технического развития и совершенствования технологического уклада, затрагивающие не только научно-производственную культуру, но и жизненный уклад профессиональных кадров.

В качестве примеров данных изменений можно привести большой объём перерабатывающей информации, постоянная смена техники, технологий, систем организации производства и труда. Это, в свою очередь меняет требования к персоналу в части уровня образования, частоты изменения компетенций в более сложную сторону, сокращения времени на переходы от одних компетенций к другим и в целом на общую эффективность деятельности каждого сотрудника.

В работе предприятия со своим персоналом можно обозначить ряд проблем.

Самой главной и основной проблемой, на наш взгляд, на сегодняшний день является недостаточное финансирование мероприятий по развитию и обучению сотрудников предприятия.

Среди других проблем можно отметить:

Во-первых, на предприятии существует необходимость своевременного обеспечения кадровыми ресурсами.

Во-вторых, на предприятии имеется ряд недостатков в системах стимулирования эффективной работы своих сотрудников.

В-третьих, на предприятии необходимая информация от руководства передается чрезвычайно медленно.

В-четвертых, на предприятии часто недооцениваются различного рода инициативы, поступающие «снизу», слабо поддерживается творческий подход сотрудников к своей работе.

Гипотеза: возможно усовершенствовать деятельность наукоёмких предприятий за счет повышения роста кадрового потенциала.

Для решения названных проблем необходимо:

• Провести изучение мирового опыта в системах управления кадровым потенциалом на наукоемких предприятиях,

• Изучить историю повышения кадрового потенциала в наукоемких отраслях,

• Кадровым службам постоянно осуществлять разработку мероприятий по своевременному набору необходимого персонала,

• Для повышения мотивации своих сотрудников, необходимо регулярно поддерживать социальное и материальное стимулирование работников,

• Сократить количество ступеней прохождения рабочей документации от вышестоящего руководства к рядовым служащим,

• Разработать и внедрить систему учета инициатив сотрудников, направленных на повышение эффективности работы предприятия

• Разработать меры по совершенствованию учета и развития кадрового потенциала.

Все вышесказанное позволит наукоемкому предприятию не только повысить эффективность работы своих сотрудников, но и повысить качество работы предприятия в целом.

Исследование возможностей применения мобильных технологий в организации труда персонала

Шульгин Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Еропкин А.М.
МАИ, Москва
dmitryshl@outlook.com

В наше время развитие мобильных технологий очень сильно повлияло на все сферы деятельности организации. В особенности большое влияние мобильные технологии оказали в области управления персоналом. Эти технологии позволяют добиться грамотного управления персоналом в компании, а значит, повысить эффективность деятельности сотрудников организации, и как следствие, увеличить её конкурентоспособность.

Для примера можно рассмотреть компанию Uber – самую быстроразвивающуюся службу такси в мире. Организация в своей бизнес-модели использует “онлайн” как для потребительского сервиса через мобильное приложение, так и для управления водителями. “Революционной” эту систему управления человеческими ресурсами можно назвать потому, что вся организация, с её технологиями и сотрудниками, по сути, один большой HR-департамент (департамент кадров), главной целью которого является управление огромным человеческим ресурсом: рекрутирование и обучение водителей, оценка качества их работы, отслеживание и продвижение по карьерной лестнице, расчет вознаграждения, увольнение. Все эти процесс в организации принципиально цифровые и автоматизированные. Такая модель позволяет удовлетворить требований людей в гибкой занятости, а также повысить эффективность бизнеса за счет увеличения штата — привлечения людей, обладающих свободным временем, реализация концепции баланса профессиональной и личной жизни.

Особенно полезно применение информационных технологий в управление персоналом высокотехнологичного предприятия. Использование этих технологий позволяет решать такие важные для организации проблемы как, например, недостаток квалифицированных специалистов. Примером служит применение “Росатомом” единой платформы ETWeb Enterprise с использованием мобильных технологий в рамках проекта по созданию и автоматизации процесса планирования карьеры и преемственности в госкорпорации позволило решить задачи планирования потребности в приеме выпускников образовательных учреждений и обеспечить наличие преемников на руководящие должности. “Запас” кадров на каждую должность включает не менее трёх кандидатов с разной степенью готовности, а сроки на поиск подходящих кандидатов на должности высшего звена управления на любое из 100 предприятий, более чем из 11 000 человек сократились с двух недель до 5-30 минут (в зависимости от сложности запроса).

Таким образом, можно утверждать, что новые концепции в сфере управления персоналом, с использованием мобильных технологий, повышают эффективность организации. Удаленные рабочие места, автоматизированный рекрутинг, обеспечение сотрудникам организации возможностей для развития и самореализации, кадровая аналитика и управление эффективностью. Все это является причиной распространения современных технологий менеджмента и новейшего управленческого опыта, которые обеспечивают предприятию дополнительные возможности и конкурентные преимущества, особенно в сфере высокотехнологичного производства.

Совершенствование конкурентоспособности продукта организации (на примере ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация»)

Юсифова Е.Р.
Научный руководитель — Калугина Г.А.
МАИ, Москва
yusifovahelen@gmail.com

Целевая направленность исследования заключается определении путей совершенствования конкурентоспособности продукта (на примере ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация»).

Актуальность работы обоснована тем, что растущее геополитическое напряжение в мире напрямую затрагивает перспективы развития российской авиастроительной промышленности. Ограничительные меры, введенные в отношении ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация» и ряда его дочерних предприятий, начиная с 2014 года, предопределяют дальнейшее сохранение неблагоприятных условий: закрытие рынков капитала и повышение ставок по кредитам для российских предприятий; введение ограничений на поставку высокотехнологичного оборудования двойного назначения; рост курсов основных валют по отношению к рублю и, как следствие, удорожание материалов и оборудования, приобретаемого за рубежом.

В связи с сохранением данных неблагоприятных условий компании ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация» необходимо проделать большую работу по восстановлению конкурентоспособности товарного предложения отрасли авиастроения. Для реализации цели предлагается решать следующие задачи:

Задачи:

1. Оценка конкурентоспособности продукта корпорации.

3. Обоснование рекомендаций по совершенствованию конкурентоспособности продукта путем внедрения технологий бережливого производства.

Было проведена оценка конкурентоспособности продукта ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация», которая показала, что основными конкурентами корпорации являются ведущие зарубежные производители авиатехники Airbus, Boeing, Bombardier, Embraer, Lockheed Martin, AVIC и др. В подсегменте региональных пассажирских реактивных кресел (самолёт SSJ-100) ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация» занимает стабильно устойчивые позиции: в 2018 году с долей на уровне 33,3%, в 2017 году – 37,5 % и в 2016 году – 30,6%. По результатам анализа даны рекомендации по совершенствованию конкурентоспособности продукта корпорации путем внедрения технологий бережливого производства.

Использование маркетинговых инструментов для повышения конкурентоспособности организации

Ягодина А.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Тарасова Н.В.
МАИ, Москва
yagodina.a.a@mail.ru

Проблема повышения конкурентоспособности организации особо актуальна в настоящее время в связи с насыщением рынка товаров и услуг и, как следствие, ужесточением конкурентной борьбы между его участниками.

В широком смысле слова конкурентоспособность представляет собой преимущество одной компании по отношению к другим компаниям на рынке в данной отрасли как внутри страны, так и за рубежом. Очевидно, что без определённых конкурентных преимуществ, невозможно обеспечить конкурентоспособность организации на современном рынке, который насыщен разнообразными товарами и услугами.

Повышению конкурентоспособности организации и её стабильному функционированию в значительной степени способствует организация грамотной маркетинговой деятельности. В условиях изменения поведения потребителей товаров и услуг, развитие и совершенствование инструментов маркетинга является одним из приоритетных факторов, которые могут способствовать закреплению конкурентной позиции организации на рынке и поддержанию её конкурентоспособности.

Как известно, к маркетинговым инструментам относят проведение рекламных кампаний и PR-мероприятий, регистрацию товарного знака, поддержание торговой марки, организацию маркетинговых коммуникаций. Безусловно рассмотренные инструменты, реализуемые в организации, способствуют формированию её позиции на рынке, и созданию положительного имиджа у потребителей. Однако реализация любых мероприятий требует определенных затрат различных ресурсов, что могут вызвать значительный рост издержек.

М. Портер в своей теории конкурентных преимуществ рассматривает два основополагающих и взаимосвязанных элемента: маркетинг и издержки. Объясняется это тем, что в условиях постоянного изменения ассортимента товаров, выносимых на рынок, необходимо организовать маркетинговую деятельность так, чтобы товар был наиболее привлекателен для потребителей, но при этом характеризовался низкими производственными и маркетинговыми затратами по сравнению с затратами конкурентов.

Организация, нацелившая свои преимущества на маркетинг, в большей степени ориентирована на потребителя, чем организация, которая стремится к преимуществу в издержках. При этом последняя не должна игнорировать требования потребителей. Иначе преимущество в издержках окажется стратегической ошибкой.

Таким образом, для поддержания конкурентоспособности на высоком уровне с помощью маркетинговых инструментов организация должна уметь не только эффективно использовать их, но и грамотно распределять свой производственный и финансовый потенциал.

Секция №9.2 Управление персоналом аэрокосмической отрасли

Мотивация сотрудников во время рабочего процесса

Аверкин Т.Э.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
thelifeoftikhon@gmail.com

В реальной жизни, когда мы говорим о мотивации сотрудников, как правило, сотрудники уже мотивированы. Менеджер должны выяснить, как использовать эту мотивацию для достижения рабочих целей. Как правило, менеджер контролирует ключевые факторы окружающей среды, которые необходимы для достижения этой цели. Мотивом труда является то, что побуждает работника к его трудовой деятельности. Мотив труда, как правило, вызван потребностями работника, удовлетворение которых возможно посредством получения определенных благ. Стимулирование персонала подразумевает воздействие внешних факторов, которые поощряют и побуждают работников к его дальнейшей трудовой деятельности. Мотивация к труду повышается за счет различных приемов стимулирования труда. Следует учитывать, что люди по-разному реагируют на внешние стимулы: одно и то же внешнее воздействие может повышать мотивацию к труду у одних сотрудников, и не вызывать никакой реакции у других.

Рассмотрим наиболее значимые факторы мотивации, которые находятся под контролем менеджера по персоналу. Наиболее значимым фактором, находящимся под контролем менеджера по персоналу, являются его отношения с каждым сотрудником. Вторым по важности фактором является рабочая среда и организационная культура, которые стимулируют мотивацию и вовлеченность сотрудников.

В идеале рабочая культура состоит из среды, в которой сотрудникам доверяют, а не управляют ими. В частности, доверяют ценности. Сотрудникам доверяют ценности, видение, миссию и стратегические рамки, в которых они должны выполнять свою работу.

Они часто общаются, к ним относятся с уважением и вежливостью, и они вносят свой вклад в каждый аспект работы, которую они выполняют. Им также рекомендуется высказываться о том, во что они верят, участвуя в решении проблемы для клиента.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

3. Тихонов А.И., Воронцова Ю.В., Михайлов А.А., Федотова М.А. Экономика труда на предприятиях авиационной и ракетно-космической промышленности: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 135 с.

3. Kenneth E. Barron. Expectancy-Value-Cost Model of Motivation. — Pages 2015, Pages 503–509.

4. Михайлов А.А., Кузьминский А.Е., Смирнова Т.С., Проблема профессионального стресса работников промышленных предприятий // Московский экономический журнал. — 2019. — №8.

Подбор и отбор персонала в ПАО «Аэрофлот — Российские авиалинии»

Агеев М.Н., Семина А.П.
МАИ, Москва
maxageev94@mail.ru

На современном этапе развития нашего общества и новых технологий, описывающих повышенные требования, предъявляемые к качеству персонала, компании все большее значение придают решению проблемы совершенствования технологии подбора и отбора персонала для наиболее эффективного достижения поставленных целей. Персонал для

организации является движущей силой, с помощью которой она добивается определенных материальных или нематериальных результатов. Сотрудники компании играют важную роль в таких процессах, как увеличение прибыли, изменение социального имиджа и повышение узнаваемости бренда.

Социальные сети на сегодняшний день очень актуальны по сравнению с привычными ранее способами подбора, такие как публикация вакансии в газете, «сарафанное радио», рекомендации с прошлого места работы и проч. SMM в подборе — процесс, с помощью которого происходит привлечение внимания через социальные сети.

Эффективная работа любой организации в большей степени зависит от её возможности сформировать необходимый кадровый состав. ПАО «Аэрофлот» — крупнейший в России холдинг, динамично развивающаяся российская авиакомпания и национальный перевозчик. Исходя из этого следует вывод, что кадровый состав в данной организации несет важную роль в существовании и достижения поставленных целей перед компанией. Основной персонал компании – молодые специалисты (возраст до 39 лет). Клиенты, отдавая предпочтение ПАО «Аэрофлот» дают возможность компании развиваться и расти.

Аэрофлот активно сотрудничает с образовательными учреждениями для привлечения молодых и перспективных специалистов. Компания ежегодно отбирает наиболее квалифицированных курсантов – выпускников летных учебных заведений. ПАО «Аэрофлот» на протяжении долгих лет продолжает сотрудничество с отраслевыми учебными заведениями гражданской авиации.

Персонал в ПАО «Аэрофлот – Российские авиалинии» подбирают используя следующие ресурсы: официальный сайт Аэрофлот, сотрудничество с учебными заведениями, размещение вакансий на сторонних ресурсах, внутренний портал вакансий. Это основные источники привлечения всего персонала в Аэрофлоте.

Подбор наземного состава происходит исходя из требований, которые выдвигает начальник определенного отдела. После получения требований происходит поиск сотрудника, который соответствует им. На следующем этапе происходит собеседование с рекрутером и начальником отдела и далее служба по безопасности проверяет документацию кандидата. Чтобы попасть в финансовый отдел, отдел персонала, департамент управленцев и так далее, необходимо иметь высшее образование по требуемому направлению и пройти успешно собеседование (при наличии вакантного места).

Персонал в любой компании является обязательным условием для эффективного достижения поставленных целей. Руководство организации желают, чтобы в её компании работали самые квалифицированные и опытные специалисты, поэтому особое внимание внутри организации уделяют методам подбора и отбора персонала.

Список литературы:

1. Агеев М.Н., Семина А.П. Использование технологии SMM в подборе и отборе персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №2. — С. 1.

2. Семина А.П., Агеев М.Н. Анализ и совершенствование технологий рекрутмента лётного персонала авиакомпании // Московский экономический журнал. — 2019. — №11. — С. 89.

3. Тихонов А.И. Подбор персонала с использованием нетворкинга // Наука и бизнес: пути развития. — 2019. — №6(96). — С. 209-213.

Управление персоналом и корпоративная культура как инструменты противодействия мошенничеству в гражданской авиации России

Агеева Л.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Коновалова О.В.
Финансовый университет, Москва
lyuba.ageeva.98@mail.ru

Благосостояние гражданской авиации России – одна из ключевых задач при формировании конкурентоспособных внутренних рынков. Для нее характерны активное государственное участие, монополия и высокая наукоемкость. Особенностью отечественной

отрасли также является рост пассажиропотока на фоне отставания развития инфраструктуры от уровня международной авиации. В 2018 году российскими авиакомпаниями было перевезено более 116 млн пассажиров (рост 10,6%). Причем 76% от данного объема обеспечивается пятью крупнейшими компаниями страны: «Аэрофлотом», «Сибирью», «Россией», «Уральскими Авиалиниями», «Ютейром» и «Победой» [2].

Укреплению позитивной динамики в развитии отечественной авиации препятствует ряд проблем:

• Высокий уровень износа парка воздушных судов, что усугубляется необходимостью импортозамещения [3];

• Неэффективное государственное стратегическое планирование – отставание по целевым индикаторам федеральной программы «Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 годы» [1];

• Негативное влияние на окружающую среду – выбросы токсинов и воздействие авиационных шумов [4];

• Разрозненность интересов регуляторов (Минпромторга, Росавиации и Минтранса) и отсутствие надлежащего контроля за целевым использованием бюджетных средств [3];

• Кадровый кризис – снижение качества подготовки летного состава, неэффективный кадровый менеджмент, отток высококвалифицированных специалистов в зарубежные авиакомпании;

• Злоупотребления и игнорирование факторов безопасности и этического ведения бизнеса со стороны ключевых игроков авиационной индустрии.

По мнению автора, наиболее болезненными точками являются слабое кадровое управление и злоупотребления со стороны частных и государственных лиц в авиационной отрасли. Причины злоупотреблений и мошенничества: несовершенство нормативно-правовой базы, отсутствие совершенных практик привлечения правонарушителей к ответственности, слабый кадровый менеджмент и низкий уровень ответственности за ведение бизнеса.

Развитие кадрового менеджмента и корпоративной культуры в авиационной индустрии России может стать не только триггером для экономического рывка национального хозяйства, но и приведет к процессам формирования социально-ответственных трудового коллектива и собственников авиакомпаний. Кроме того, развитие культуры этического ведения бизнеса мотивирует желание установить справедливость, что минимизирует риски злоупотреблений.

При создании открытой корпоративной культуры следует учитывать взаимосвязь с элементами кадрового менеджмента: подбором, аттестацией, мотивацией и обучением персонала. Для обеспечения кадрового управления необходимо применять прогрессивные инструменты управления персоналом, например, систему контроллинга и мотивации труда на основании показателей эффективности рабочей силы [5].

Таким образом, развитие кадрового менеджмента и культуры этического ведения бизнеса в гражданской авиации России должны стать превентивными механизмами в борьбе с мошенничеством, а также поднять уровень ответственности ключевых игроков отрасли за безопасность перелетов, репутацию и имидж авиакомпаний. Причем, согласно последней версии стандарта COSO ERM 2017, формирование корпоративной культуры и эффективного управления кадровым потенциалом необходимо возложить на собственников компаний [6].

Список литературы:

1. Постановление Правительства РФ "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие авиационной промышленности на 2013 — 2025 годы" от 15 апреля 2014 г. № № 303 // Российская газета.

2. Доклад «Об итогах работы Федерального агентства воздушного транспорта в 2018 году, основных задачах на 2019 год и среднесрочную перспективу» URL: https://www.favt.ru/o-rosaviacii-kollegija-materially/?id=5204 (дата обращения: 12.02.2020).

3. Кузьмина Л.В. Авиационная промышленность России: современные проблемы и перспективы развития // Известия СПбГЭУ. 2019. №5-1 (119). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aviatsionnaya-promyshlennost-rossii-sovremennye-problemy-i-perspektivy-razvitiya (дата обращения: 12.02.2020).

4. Маслов, В.А. Моделирование и прогнозирование загрязнения приаэродромных территорий выбросами воздушных судов государственной авиации: монография / Маслов В.А., Дзюбенко О.Л. — Москва: Русайнс, 2017. — 110 с.

5. Михайлов А.А., Комова А.А. Целесообразность применения инструмента контроллинга персонала на предприятиях российской авиационной промышленности // Московский экономический журнал. 2019. №11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tselesoobraznost-primeneniya-instrumenta-kontrollinga-personala-na-predpriyatiyah-rossiyskoy-aviatsionnoy-promyshlennosti (дата обращения: 12.02.2020).

6. Ethical Boardroom 2017 URL: https://ethicalboardroom.com/coso-erm-2017/ (дата обращения: 21.11.2019).

Совершенствование системы мотивации персонала

Алекперова Е.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва
ahmedova.nt@mail.ru

Рынок труда предоставляет работник возможность свободно предоставлять свои знания, умения, опыт, способности и квалификацию по собственной цене. В тот же момент, рынок мешает возможности получать за труд большую цену, чем он того стоит. поэтому рынок подталкивает потенциальных работников совершенствовать качество труда, улучшать умения, увеличивать свои знания, чтобы не быть в числе безработных.

Основная задача кадровой службы — создание системы мотивации труда, которая позволяет в наилучшей степени сочетать интересы и потребности работников со стратегическими задачами предприятия.

Большинству организаций со временем приходится пересматривать существующую у них систему мотивации и стимулирования персонала, именно поэтому данная тема является актуальной, поскольку от правильности ведения этой системы зависят конечные итоги деятельности организации.

В качестве базовой организации выступил банк ООО «ХКФ Банк». Основными продуктами банка являются: потребительские кредиты, кредитные карты, вклады, дебетовые карты.

Проведенный анализ условий оплаты труда и премирования показывает, что система мотивации в Банке не эффективна. Люди не удовлетворены работой в организации, отсутствием стимулов. Почти половина персонала желает проявить свои нереализованные способности и получать хорошее вознаграждение.

Система стимулирования работников в ООО «Хоум Кредит энд Финанс Банк» нуждается в усовершенствовании с учетом инновационных подходов и тенденций кадрового менеджмента. Их недовольство снижает производительность труда, выражается в увеличении динамики текучести кадров, лишает Банк ряда конкурентных преимуществ.

Основными направлениями решения указанных проблем являются:

• Вручение сотрудникам фирменных знаков отличия;

• Благодарственные письма и почетные грамоты сотрудникам с наилучшими показателями;

• Объявление благодарности;

• Поощрение ценными подарками, исходя из личных интересов каждого;

• Направление на бесплатные семинары, конференции, за территорией города размещения филиала по теме, которая будет интересна самому работнику;

• Сертификаты на семейный поход в лучшие рестораны города сотрудникам с топовыми результатами;

• Помещение различных записей о достижениях работника в его личный файл;

• Устная благодарность;

• Выпуск специального меморандума, распространяемого по всей компании с выражением благодарности работнику от лица руководства;

• Гибкий график рабочего времени;

• Помещение фотографии в корпоративной газете или на информационном листе.

Предложенные мероприятия приведут к решению проблем мотивации персонала, а вследствие, к более эффективной работе и достижению поставленных целей базовой организации.

Список литературы:

1. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. № 5. С. 22.

2. Желтенков А.В., Тихонов А.И., Гришин Д.В. Построение эффективной системы управления персоналом авиастроительных предприятий с использованием системы мотивации обучения и трудоустройства выпускников учебных заведений // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2016. № 4. С. 70-78.

3. Литвинюк, А.А. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности. Теория и практика: учеб. пособие для вузов / Гончарова С.Ж., Данилочкина В.В. – М.: Издательство Юрайт, 2018 – 398 с.

4. Просвирина Н.В. Кадровая политика организации как инструмент управления человеческими ресурсами // Московский экономический журнал. — 2019. — №12.

Новые подходы в проведении опросов сотрудников предприятия

Алексеева П.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва
polina.alexeeva7@yandex.ru

Для обеспечения конкурентоспособности предприятия аэрокосмической отрасли на рынке труда важно разработать и осуществить эффективные управленческие решения. Создание эффективных методов оценки управленческих решений в кадровой области является актуальной задачей для руководства российских предприятий. Оценка деятельности предприятий в этом направлении может быть получена методом опроса сотрудников предприятия. Результаты опроса могут послужить хорошей базой для принятия управленческих решений.

В настоящее время результаты опросов, как правило, основаны на простой обработке ответов персонала. Существенным недостатком такого подхода считается неискренность респондентов. Метод опроса на предприятии занимает особое положение и является наиболее авторитетным и важным, поэтому повышение качества результатов опросов представляется актуальным.

Метод опроса – психологический вербально-коммуникативный метод, который осуществляется между экспертом и сотрудником предприятия, в результате которого сотрудник дает ответы на заданные ему вопросы. При опросе эксперта общается с респондентом, задавая ему заранее сформулированный вопрос. Специфика этого метода заключается в том, что при его использовании источником социологической информации является человек (респондент) – непосредственный участник исследуемых социологических процессов.

В результате опросов приходим к выводу, что эксперт получается информацию, которую он не мог бы получить другим способом. Анкетирование — один из методов опроса. При анализе результатов анкетирования понимаем, что данные, получаемые с помощью метода опроса, могут ограничиваться тем, что именно захочет сообщить респондент или тем, что он сочтет приемлемым сообщить. Анкетирование не всегда позволяет получить искренние ответы.

Очень часто на одни поставленные вопросы сотрудник отвечает автоматически, а на другие ему приходится думать некоторое время или он не находит ответа на поставленный вопрос. Во многих случаях ему помогает интуиция. Нет доказательства, что этот ответ отражает истинное положение дел на предприятии.

Необходимо разработать подход, который поможет исключить субъективную составляющую и прийти к простым и практическим решениям. Зарубежные и отечественные исследования в этом направлении выделяют пять групп методов диагностики искренности: вопросные методы, методы анализа ответов, метод экспертных оценок, шкалы «лжи», вопросы-дубли.

В результате проведенного нами исследования мы пришли к выводу, что одного метода для диагностики искренности недостаточно, необходимо комбинировать несколько методов.

Список литературы:

1. Алексеева П.А., Краев В.М. Актуальные проблемы анализа результатов опросов в больших компаниях// Московский экономический журнал – 2019. – №12. – [Электронный ресурс] // URL: https://qje.su/en/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-12-2019-86/ (дата обращения: 03.02.2020).

2. Алексеева П.А. Роль человеческого капитала в достижении целей предприятия // Управление персоналом в программах подготовки менеджеров: сборник материалов международного научно-практического семинара, 8 ноября 2019 года (шестнадцатое ежегодное заседание) / Воронеж. гос. ун-т; [редкол.: И.Б. Дуракова, С.М. Талтынов]. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2019. – 116 с.: ил., табл.

3. Алексеева П.А. Измерение роли человеческого капитала в достижении целей предприятия // 18-Я Международная конференция "Авиация и космонавтика — 2019" Тезисы. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2019. С. 256-257.

Подготовка кадров в компании ПАО «Авиационный комплекс им. С. В. Ильюшина»

Андреева М.А.
Научный руководитель — доцент, Тихонов А.И.
МАИ, Москва
mashenka.andreeva.97@bk.ru

ПАО «Авиационный комплекс им. С. В. Ильюшина», как и многие нынешние крупные предприятия, для поднятия уровня конкурентоспособности и результативной деятельности большое внимание уделяет подбору обученного и квалифицированного персонала. Чем выше уровень профессионализма сотрудников предприятия, тем эффективнее его производительность. Организация придерживается определенной политики, которая позволяет ускорить создание высококвалифицированного кадрового состава:

• Установление плана и сроков формирования обученного персонала;

• Распределение обучения по отдельным специальностям и видам деятельности;

• Анализ выбора типов, видов и способов более качественной подготовки кадрового состава предприятия;

• Создание условий, необходимых для эффективного обучения, а именно продвинутой материально-технической и информационной базы на предприятии;

• Установление постоянных источников спонсирования для всех видов обучения кадрового состава в соответствии с установленными требованиями и нормативно-правовыми актами.

На предприятии успешно реализована особая комплексная программа по подготовке, переподготовке и привлечению персонала, включающая:

1. Многоуровневую подготовку специалистов с высшим и средним профессиональным образованием.
2. Переобучение и повышение профессиональной квалификации кадрового состава.
3. Поиск и привлечение персонала, создание условий для их эффективной трудовой деятельности.
4. Систематическое обучение работников, с постоянным подтверждением уровня квалификации.

5. Проведение мотивационных мероприятий по привлечению и закреплению вновь пришедших специалистов на новых рабочих местах.

6. Плотное и активное сотрудничество с учебными заведениями в сфере развития системы обучения.

7. Анализ эффективности обучения кадрового состава предприятия, и разработка программ совершенствования системы обучения персонала.

Программа направлена на определение алгоритмов обучения, закономерность каждого его уровня, и тщательный контроль его проведением. Таким образом, осуществляется создание мотивированного и подготовленного штата сотрудников. Готовность сотрудников соответствовать современным требованиям, предъявляемым предприятию, определяет перспективы развития в данном направлении. Это побуждает руководство к созданию всех необходимых условий для профессионального роста персонала, и, следовательно, и всей организации в целом.

Список литературы:

1. 1. Дергачев В.Д. Современные тенденции управления персоналом / В.Д. Дергачев // Современные проблемы и тенденции развития экономики и управления. – 2017. – №2.

2. Шемяков А.О., Тихонов А.И., Краев В.М. Профессиональная ориентация в системе подготовки инженерных кадров для авиационно-космической промышленности // Экономика и предпринимательство. 2018. № 10 (99). С. 818-821.

3. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс. Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018

4. Просвирина Н.В., Тихонов А.И. Интегрированный подход в подготовке и развитии персонала на предприятиях авиационной отрасли //

Финансовая экономика. 2018. № 7. С. 202-205.

Стратегия развития кадрового агентства Корпорации «Иркут»

Береза А.И.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Краев В.М.

МАИ, Москва

angelina.bereza@mail.ru

Главный ресурс любого предприятия — это человеческий капитал. В случае рассматриваемой Корпорации «Иркут» — это сотрудники, создающие современные надежные и конкурентоспособные самолёты. Часто именно от персонала компании зависит её положение на рынке, показатели эффективности деятельности компании (например, прибыль или рентабельность), а также, степень конкурентоспособности в отрасли. Но любому предприятию, какие бы «идеальные» не были бы сотрудники, нужна стратегия кадрового развития, которая базируется на основных элементах кадровой политики и стратегии развития всего предприятия.

В Корпорации «Иркут» создан Корпоративный центр, который обеспечивает разработку и реализацию стратегического управления развитием предприятия, военными и гражданскими программами, бизнес-процессами и рисками, ресурсами, инвестициями и инновациями и, несомненно, стратегию развития персонала Корпорации.

Целями кадровой стратегии Корпорации «Иркут» являются:

• Обеспечение Корпорации «Иркут» трудовыми ресурсами, в объеме достаточном для эффективного функционирования, обеспечение конкурентоспособности и реализации стратегии развития компании;

• Забота о кадрах предприятия: обеспечение роста их благосостояния, профессиональной реализации и развития, стабильной занятости;

• Обеспечение стабильного положения Корпорации «Иркут» и его работников в будущем.

Для достижения целей кадровой стратегии были реализованы следующие меры:

• Своевременная выплата индексируемой заработной платы, превышающей среднеотраслевой уровень;

• Разработан коллективный договор, включающий значительный перечень мер социальной поддержки каждого из сотрудников;

• Наличие собственной жилищной программы;

• Содержание собственного санатория-профилактория для сотрудников Корпорации;

• Возможность получения ДМС (для работников со стажем более года);

• Взаимодействие с Советом молодежи, ветеранской организацией и профсоюзами по всем возникающим вопросам.

Одна из главных задач Корпорации «Иркут» – увеличение кадрового потенциала предприятия, формирование и поддержание сплоченной команды профессионалов, создание комфортных условий труда для всех категорий работников компании.

Список литературы:

1. Просвирина Н.В., Тихонов А.И. Повышение конкурентоспособности авиационного предприятия за счет эффективного управления трудовыми ресурсами // Экономика и предпринимательство. 2018. № 10 (99). С. 622-628

2. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018

3. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. № 5. С. 22.

Проблемы кадрового обеспечения авиационных предприятий

Брант В.А.
Научный руководитель — к.э.н. Просвирина Н.В.
МАИ, Москва
iraidagertsman@gmail.com

Главными ценностями в сфере инновационно-технологического развития России являются: разработка новых технологий для снижения ресурсоемкости и энергоемкости отечественных производств и увеличение доли продукции высокой степени переработки.

Так как в современном мире экономическая ситуация этой отрасли неблагоприятна, то следует использовать мотивационные программы с целью привлечения высококвалифицированных работников и сохранение накопленного кадрового потенциала.

Последствия кризиса 90-х годов до сих пор не представляют возможности ряду предприятий ракетно-космической отрасли в полной мере удовлетворять требованиям рынка.

В организациях, ранее подведомственных Роспрому, средний возраст работников составляет 47,7 лет, подведомственных Роскосмосу — 46,2 года. При этом средний возраст работников НИИ и КБ по оборонным отраслям промышленности составляет от 50 до 56 лет. Доля молодых работников наиболее продуктивного возраста (до 35 лет) даже на градообразующих организациях, находящихся в более благоприятных условиях, не превышает социологического порога в 25% и продолжает убывать.

В настоящее время создаётся реальная угроза утраты профессиональной преемственности поколений, так как прогнозируется, что по специальности будет работать не более 50% студентов.

Происходящие структурные преобразования в мировой экономике требуют существенного пересмотра структуры подготовки специалистов для ОПК. Московский авиационный институт (МАИ), как вуз, инициировал долгосрочный проект, направленный на укрепление старых и построение новых отношений с базовыми предприятиями отрасли, а также создание системы мониторинга трудоустройства и востребованности подготовленных специалистов.

В соответствии с программой МАИ «Оценка качества и подготовки специалистов и их профессионального продвижения» был подготовлен запрос о востребованности выпускников МАИ. В результате начального этапа проекта определилась количественная структура целевых предприятий по Федеральным округам.

Деятельность Федеральных округов зависит от близости к федеральному округу, а значит и к МАИ. Множество организаций в зависимости от региона испытывают большой дефицит

специалистов (например, ОАО «КБ Электроприбор», АО «Ижевский радиозавод» — Приволжский федеральный округ).

Около 90% выпускников работают в Центральном Федеральном округе, при этом в Московском регионе работают 97% выпускников. В результате московские вузы активно сотрудничают с другими округами, чтобы студенты проходили там практику и могли взаимодействовать с обучающимися этих регионов для проведения совместных научно-исследовательских работ.

В результате исследования была проведена подробная проверка результатов трудоустройства выпускников, которая показывает, что администрации предприятий отмечают высокий уровень фундаментальной и инженерной подготовки специалистов — выпускников МАИ, что дает им возможность проявлять себя в различных областях научно-производственной деятельности предприятий, компетентно решать сложные инженерно-технические задачи. Предприятия заинтересованы в специалистах, инженерах по различным специальностям.

Поэтому важным фактором, который обеспечивает ускорение роста производства и получение результатов от программ развития гражданской авиации и федеральной космической программы, является эффективное использование и развитие кадрового потенциала.

Список литературы:

1. Стратегия создания в оборонно-промышленном комплексе системы многоуровневого непрерывного образования на период до 2015 года. Приказ Минпромторга РФ от 13 апреля 2009 г. № 256.

2. Просвирина Н.В., Тихонов А.И. Интегрированный подход в подготовке и развитии персонала на предприятиях авиационной отрасли // Финансовая экономика. 2018. № 7. С. 202-205.

3. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли / Ставрополь, ЛОГОС. 2019.

Развитие системы мотивации персонала в АО «Вертолёты России»

Брусс Е.А.
Научный руководитель — доцент, Тихонов А.И.
МАИ, Москва
bruss.katya@mail.ru

В настоящее время мотивация играет важную роль не только в управлении персоналом, но и в успехе организации в целом и является её неотъемлемой частью.

Мотивация трудовой деятельности – это стремление работника удовлетворить свои потребности в определенных благах посредством труда, направленного на достижение целей организации.

Исследуя систему мотивации персонала в АО «Вертолёты России», следует выделить следующие эффективные элементы последних лет развития данной системы.

Прежде всего большое влияние на сотрудников помимо достойной заработной платы и систем вознаграждения оказывает корпоративная и кадровая политика организации, которая была разработана Холдингом ещё в начале его основания. В том числе немалую роль играет и Кодекс корпоративной этики Холдинга «Вертолёты России», что способствует осознанию работников своей роли в достижении целей Холдинга.

На данный момент в организации активно применяются программы добровольного медицинского страхования, негосударственного пенсионного обеспечения, ведется работа по организации отдыха и санаторно-курортного лечения для работников и членов их семей, предусматривающая компенсацию со стороны работодателя и профсоюзных организаций, Жилищную программу, по которой предоставляется корпоративная поддержка работникам на приобретение, строительство или аренду жилья. В том числе Холдинг ведет активное повышение квалификации работников, что способствует карьерному росту сотрудников.

Система мотивации персонала в АО «Вертолёты России» эффективно влияет на сотрудников и их желание работать, а главное улучшает имидж и конкурентоспособность Холдинга «Вертолёты России». Так как сотрудники работают на достижение целей организации, имеют достойную систему как материальной, так и нематериальной мотивации и в том числе видят свой карьерный рост.

Список литературы:

1. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. № 5. С. 22.

2. Желтенков А.В., Тихонов А.И., Гришин Д.В. Построение эффективной системы управления персоналом авиастроительных предприятий с использованием системы мотивации обучения и трудоустройства выпускников учебных заведений // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2016. № 4. С. 70-78.

Подбор и управление персоналом на основе измерения компетенций

Булакин Л.А., Гаврилов Н.С., Сафина Г.Р.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Ляпина С.Ю.
МАИ, Москва
erogi@mail.ru

Категория «управление талантами» для исследований в области кадрового менеджмента была введена компанией McKinsey в 1997 году в книге «Война талантов» [1]. В настоящее время система управления талантами включает реализацию интегрированных стратегий управления человеческим капиталом предприятия на основе целевого развития компетенций ключевых и перспективных сотрудников компаний, совершенствования подходов к выявлению в компании и на рынке труда специалистов с высоким потенциалом знаний, умений и навыков, их удержания и вовлечения в бизнес-процессы для удовлетворения текущих и будущих потребностей компании. Целью управления талантами в компании является усиление кадрового потенциала и рост интеллектуального капитала как ключевых факторов возрастания конкурентоспособности бизнеса [2].

В условиях цифровизации и цифровой трансформации бизнеса как основного тренда развития глобальной экономки одним из ключевых вызовов на рынке труда является выявление «талантов» – специалистов, обладающих необходимыми профессиональными компетенциями с высоким уровнем их развития, усиленными такими универсальными, или общепрофессиональными, компетенциями, как способность к креативному мышлению и эффективным коммуникациям, обладание развитым эмоциональным интеллектом и критическим аналитическим складом ума. Именно «таланты» в условиях развития безлюдных технологий производства становятся основным источником организационных инициатив и инновационных технологических проектов, обеспечивающих усиление конкурентной позиции компании на рынке.

В данной связи для служб кадрового менеджмента предприятия становится актуальной проблема разработки подходов к выявлению, развитию и обеспечению оптимальной карьерной траектории «талантов», что является новой нетривиальной задачей для специалистов по управлению персоналом. Сложность данной задачи обусловлена необходимостью анализа большого числа разнообразных факторов, оценки множества кандидатур с учетом неоднородных – количественных и качественных – характеристик, что предполагает использование современных интеллектуальных компьютерных технологий: машинного обучения и анализа больших данных, многокритериальной оптимизации, машинного зрения (распознавания образов) и др., что радикально меняет содержание кадрового менеджмента и обусловливает необходимость развития функций кадровой аналитики (HR-аналитики) в компании. В свою очередь интеграция интеллектуальных технологий в подсистему управления кадрами в компании требует создания и развития баз данных о персонале и переформатирования файлов о сотрудниках компании в формате «электронных портфолио», по своей сути представляющих «цифровых двойников»

работающих компании и кандидатов на вакантные должности. Также информационные базы по кадровой работы в компании должны включать «цифровые следы» – описание и ссылки на документальное подтверждение профессиональной и социальной активности кадров, способствующие повышению точности оценки потенциала каждого работающего в компании и лежащие в основе проектирования его карьеры.

«Электронное портфолио» сотрудника является расширенной версией резюме, которое помимо описания опыта работы и образования, содержит компетенции, которыми владеет кандидат с рынка труда или специалист компании. При формировании «электронных портфолио», как показали проведенные исследования, целесообразна структуризация компетенций с последующим их агрегированием в три категории: (1) общепрофессиональные компетенции, определяющие функциональные роли в малых профессиональных группах (командах и трудовых коллективов подразделений), или soft skills, (2) цифровые и аналитические компетенции, отражающие способность к работе с данными на основе современных информационных технологий, (3) профессиональные компетенции, отражающие знания тех или иных областей деятельности, квалификацию и накопленный опыт работы. Анализ и моделирование сочетаний электронных портфолио для определенных профессиональных задач и/или проектов позволяет определить оптимальный подход к формированию и развитию малых профессиональных групп для повышения их эффективности или найти рациональную траекторию развития профессиональной карьеры специалиста в компании.

Таким образом, актуальными задачами развития теории и методологии управления персоналом в современных условиях являются:

• Формирование интеллектуальных инструментов поиска талантов на рынках труда для обеспечения стратегии развития компании.

• Развитие интеллектуальных методов управления человеческим капиталом компании на основе цифрового портфолио сотрудников;

• Моделирование эффективности работы проектных команд и трудовых коллективов подразделений в организации;

Список литературы:

1. McKinsey, (1997), ‘The War for Talents’, McKinsey Quarterly
2. Lockwood, N. R., (2006), Talent Management: Driver for Organizational Success, SHRM Research Quarterly
3. White, R.W. (1959), Motivation Reconsidered: The Concept of Competence, Psychological Review, 66.5, pp. 279-333.
4. HR Washington State Human Resources (2012), Competencies, Available at http://www.hr.wa.gov/pages/def ault.aspx
5. Cripe, E.J. & Mansfield, R.S. (2002), 31 Core Competencies Explained, Available at: http://www.workforce.com/articles/ 31-core-competencies-explained, Fermilab (2014), Description of Competencies, Available at: http://wdrs.fnal.gov/elf/competencies_04pot
6. North, K. & Reinhart, K. (2005), Kompentenz Management in der praxis, Mitarbeiter kompetenzen systematisch identifizieren, nutzen und entwicheln. Glaber, wiesbadan.
7. Heyse, V. & Erpenbeck, J. (2004), Kompetenz training 64 Informations – und Trainings programme, schaffer-poeschel, Stuttgart

Факторы формирования высокопродуктивной рабочей среды предприятия ракетно-космической отрасли

Бурчак С.Р., Логинова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Соколова Е.Л.
СибГУ им. М.Ф. Решетнева, Красноярск
bur4ak@yandex.ru

Перед современными предприятиями ракетно-космической отрасли нашей страны поставлена задача повышения операционной эффективности деятельности. Решение данной задачи находится в области создания управленческих, экономических и технологический

условий для создания высокопроизводительной или, иными словами, высокопродуктивной рабочей среды. Каждое из предприятий корпорации должно в течение ближайших трёх лет снизить непроизводственные затраты минимум на 15 процентов. По предварительной оценке производительность труда в 2019 году выросла в среднем по отрасли на те же 15 процентов. При этом, наращивание производительности не предполагает существенной модернизации производства [1].

Соответственно, необходимо уделить особое внимание поиску источников роста производительности предприятий и рабочих мест, иными словами, особую актуальность приобретает задача определения факторов формирования высокопродуктивных рабочих мест на предприятиях ракетно-космической отрасли.

Цель исследования состоит в анализе и обосновании состава факторов, определяющих высокопродуктивную рабочую среду на современных предприятиях ракетно-космической отрасли.

В ходе исследования были решены задачи листинга факторов, структурирования и систематизации факторов с определением различий их влияния на формирование высокопродуктивной рабочей среды на предприятиях ракетно-космической промышленности.

Основу исследования составляет нормативно-описательный подход, концепция «достойного труда». Методами исследования стали контент-анализ, логический анализ, синтез, метод «6 х 6», метод интервью.

Современные представления о высокопродуктивном или высокопроизводительном рабочем месте основаны на комплексных индикаторах. Так, согласно концепции «достойного труда», разработанной Международной организацией труда, вместе с экономическими параметрами оценки рабочих мест оценивают нематериальную составляющую — в частности, безопасность труда и гарантии занятости. Всемирный банк определяет высокотехнологичное рабочее место как «рабочее место в наибольшей степени способствующее развитию» [2].

Авторами были выделены следующие факторы формирования высокопродуктивных рабочих мест на предприятиях РКО:

• Дорогостоящее оснащение рабочих мест (машины и оборудование, программное обеспечение);

• Научно-исследовательская и инновационная составляющая деятельности;

• Сложные бизнес-процессы единичного или мелкосерийного производства;

• Высокие затраты на подготовку персонала, продолжительный цикл подготовки специалистов;

• Тренды повышения текучести, особенно в категории «молодые специалисты»;

• Высокая ответственность на каждом рабочем месте.

Анализ факторов был проведен по модифицированному методу «6 х 6» [3], включающем шесть вопросов для шести факторов управления:

1. Назовите факторы, оказывающие наибольшее воздействие на исследуемую сферу управления предприятием.

2. Укажите, какие из выделенных факторов имеют детерминированные, вероятностно-определенный и вероятностно-неопределенный характер информации.

3. Как долго будет сохранять свое влияние данный фактор в краткосрочной перспективе? В среднесрочной перспективе? В долгосрочной перспективе?

4. Как (положительно или отрицательно) данные факторы могут повлиять на положение организации?

5. Какие из выделенных факторов являются регулируемыми?

6. Может ли кадровая служба оказать влияние на данный фактор?

В результате анализа факторов выявлены возможности для формирования высокопродуктивных рабочих мест, способных обеспечить достаточные для реализации новых производственных и научно-технических проектов ракетно-космических предприятий.

Список литературы:
1. СМИ: Роскосмос успешно решает проблемы развития отрасли [Электронный ресурс] URL: https://news.rambler.ru/other/43710943-smi-roskosmos-uspeshno-reshaet-problemy-razvitiya-otrasli/ (дата обращения 19.02.2020)
2. Белоусов О.А. Высокопроизводительные рабочие места: определение, статистический учет и региональный потенциал // Экономика труда. – 2018. – Т. 5, № 2. — С. 573-586.
3. Ерыгин Ю.В. Методология и инструментарий планирования устойчивого развития предприятий ОПК [Электронный ресурс]. URL: http://elib.spbstu.ru/dl/1088.pdf/download/1088.pdf (дата обращения: 10.11.2019)

Риски кадрового обеспечения авиакомпаний РФ: проблемы и решения

Быкова М.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Коновалова О.В.
ФУ при Правительстве РФ, Москва
bykowamary@yandex.ru

В условиях ускорения многих процессов и скорости внешних изменений для эффективного функционирования хозяйствующего субъекта руководство обязано обеспечить оперативное реагирование на новые вызовы и угрозы. Так и на предприятиях российской гражданской авиации, играющей огромную роль в современном развитии экономики РФ, необходимо своевременно и грамотно управлять рисками, особенно в связи с постоянным ростом роли человеческого фактора во взаимодействии с инновационными сложными техническими системами.

Российская гражданская авиация в настоящее время существует и развивается в неблагоприятных вешних условиях в связи с введением санкций ЕС и США, которые значительно повлияли на ряд авиакомпаний отрасли (например, ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр» в 2015 году понесла значительные убытки в размере 18420 млрд. руб.) [3]. Так же негативные явления в деятельности компаний произошли из-за закрытия авиасообщения с Египтом и Турцией. Данные кризисные явления не могли не отразится на финансовом состоянии компаний отрасли, что затронуло в свою очередь кадровую политику хозяйствующего субъекта, и способствовало росту кадровых рисков.

Спектр источников кадровых рисков велик (сложная геополитическая обстановка вокруг страны, устаревание авиапарка и его зависимость от зарубежных комплектующих, значительная волатильность курса валют, закрытие ряда направлений и т.д.). В этих сложных условиях, которые диктует непростая внешняя обстановка, основной проблемой остается нехватка опытных кадров для авиации. В отечественной гражданской авиации существует интересный парадокс. Молодые лётчики, оканчивая училища, не стремятся в русское небо на фоне переизбытка летного состава, при этом опытных командиров экипажей не хватает [2].

В связи с этим, за последние несколько лет внимание ряда авиакомпаний, например, «ЮТэйр» и S7, значительно повысилось в отношении оценки кадровых рисков. Эти оценки позволили выделить основные факторы рисков, влияющие на достаточность обеспечение операционной деятельности кадровыми ресурсами. К ним можно отнести:

• Длительность сроков подготовки экипажей (от 2 до 6 месяцев для летных экипажей, до 4 месяцев для кабинных экипажей) [1];

• Естественный отток летного состава (несоответствие медицинским требованиям, уход на пенсию);

• Переход экипажей в другие компании (как отечественные, так и зарубежные) в связи с более выгодными условиями труда, а также программ стимулирования и мотивации.

В связи с увеличением значимости риска нехватки квалифицированных пилотов авиакомпании стали активно разрабатывать программы по сохранению высококвалифицированных кадров. Так авиакомпания «ЮТэйр» в годовом отчете за 2018 год отметила, что приоритетное внимание уделяется направлениям повышения эффективности системы управления персоналом и совершенствованию системы оплаты труда и мотивации.

Для данной компании это стало особенно важно в связи с расширением объемов перевозок компанией «Аэрофлот», в результате которого квалифицированные кадры из более мелких российских авиакомпаний переманивались кадровыми службами «Аэрофлота».

Для снижения кадрового риска в части нехватки летных экипажей российские авиакомпании (на примере ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр») предпринимали следующие действия:

• Улучшение системы оплаты труда для летных экипажей, разработку методов мотивации сотрудников;

• Увеличение затрат на мероприятия по обязательной подготовке и совершенствованию навыков летных и кабинных экипажей, инженерного состава (с 105,54 млн. руб. в 2016 до 205,18 млн. руб. в 2018) [3];

• Реализуется план по корпоративному обучению наземного персонала.

Таким образом, для обеспечения устойчивого существования и развития авиакомпаний внимание руководства к кадровым рискам должно увеличиваться. Должны рассматриваться все факторы риска для эффективного управления им. Существует ряд мер, благодаря которым компания может снизить уровень кадровых рисков. Однако большинство из перечисленных мер не ведут к мгновенному снижению кадровых рисков компании, но в долгосрочной перспективе должны улучшить ситуацию. Так же компании стоит рассмотреть вариант превентивной подготовки дополнительных летных экипажей, что в дальнейшем может позволить компании увеличить объем производственной программы.

Список литературы:

1. Курилова А.А., Полтева Т.В. Влияние рисков российских авиакомпаний на их финансово-хозяйственную деятельность // КНЖ. 2017. №4 (21). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-riskov-rossiyskih-aviakompaniy-na-ih-finansovo-hozyaystvennuyu-deyatelnost (дата обращения: 30.01.2020).

2. Михайлов А. Я бы в лётчики пошел... Да нужны ли? // Правда.ру [Электронный ресурс]: URL:https://www.pravda.ru/society/1251977-plane/# (дата обращения: 07.02.2020).

3. Годовой отчет ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр» // официальный сайт ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр» [сайт]: URL:https://www.utair.ru/about/corporate/investors/inform/ann_rep/ (дата обращения: 30.01.2020).

Развитие кросс-функционального взаимодействия персонала организации

Варакина О.Д.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва
olivka1.var@gmail.com

Кросс-функциональное взаимодействие – это совместная работа, которая позволяет обеспечить быстрое и комплексное взаимодействие сотрудников разных подразделений для достижения общих целей. Благодаря команде с различным функциональным опытом повышается возможность получения лучшего результата, что позволяет совершенствовать организацию в целом.

Для наибольшей эффективности необходимо создать группу, которая будет разнообразна по нескольким направлениям, а не только в области их работы. Такая группа называется кросс-функциональной командой.

Кросс-функциональное взаимодействие между сотрудниками делают основой организационной структуры или используют при формировании временных групп, которые решают приоритетные задачи. Этот метод управления основывается на отсутствии подразделений, работы выполняются группами или бригадами. В них работают специалисты разных направлений, что позволяет обеспечить полную автономию.

Помимо высокой продуктивности такое взаимодействие персонала позволяет членам команды совершенствовать свои знания в смежных областях, получить представление об особенностях работы коллег из других отделов и учесть нюансы своей работы. При кросс-

функциональном взаимодействии сотрудники осваивают новые навыки, углубляют свою компетентность в отношении понимания целей и задач компании.

Участники группы должны четко представлять общую задачу и постоянно получать информацию о ходе решения поставленных вопросов. Для информирования могут использоваться как специальное программное обеспечение, так и встречи участников.

В первую очередь нужно вовлекать в команду прирожденных лидеров независимо от того, какую должность они занимают в компании. Они идеальные люди для решения проблем кросс-функционального взаимодействия. Необходимо поощрять руководителей высшего звена, чтобы сделать цели компании общедоступными, поэтому каждый, а не только руководство, должны знать приоритеты компании. Также, зная результаты работы, работники будут более заинтересованы в продолжении участия. Необходимо поощрять участников команд, стимулировать совместную работу, при этом вознаграждать людей за улучшение общей системы, а не только одной её части

Для наиболее эффективного общения кросс-функциональных команд, необходимо найти возможности, позволяющие группам продолжать работать в своих текущих режимах, найти способы их подключения к общей работе, чтобы каждый мог трудиться в предпочтительном для себя режиме, общаться по своим каналам связи, и иметь право на получение нужной информации вовремя. Подключение инструментов, которые согласуются с тем, как люди естественным образом общаются и учатся, дает каждому возможность внести свой вклад, и повышает вероятность успеха для каждого участника команды.

Развитие и внедрение кросс-функционального взаимодействия позволяет добиться следующих результатов:

• Принимать верные решения за счет возможности узнать мнение всех участников групп, участников, которые знают бизнес-процесс с разных сторон,
• Экономить время,
• Работать в команде,
• Обеспечивать профессиональный рост сотрудников,
• Развивать дополнительные компетенции,
• Достигать положительный психологический климат в коллективе,
• Развивать общие интересов и обеспечивать взаимозаменяемость.

Дальнейшему развитию кросс-функционального взаимодействия способствует:

Во-первых, для более направленного движения деятельности имеющихся или новых групп нужно учитывать приоритетные цели организации. Например, для достижения цели «развитие контрольной среды и риск-культуры» предполагает участие всех подразделений. Индикаторами необходимости проведения дополнительных мероприятий должны стать результаты выполнения ключевых показателей эффективности системы развития персонала, реализованные или потенциальные риски.

Во-вторых, важную роль в улучшении кросс-функционального взаимодействия, должна сыграть мотивация сотрудников со стороны руководителей различных уровней на активную работу и расширение своих компетенций в смежных областях, что в итоге повысит эффективность работников в выполнении их непосредственных обязанностей.

Кроме того, к развитию кросс-функционального взаимодействия можно отнести проведение обучающих мероприятий (профессиональных учеб) по общим для различных подразделений темам. Таким как, например, управление рисками, работа с первичными учетными документами. Участие в профессиональных учебах вновь принятых сотрудников — обоснованная необходимость – это позволит им иметь более полное представление как о деятельности организации в целом, так и каждого отдельно взятого отдела подразделения.

Развитие кросс-функционального взаимодействия способствует высокой эффективности и принятию более взвешенных решений.

Список литературы:

1. Семина А.П. Команда как групповая форма организации труда // Вестник Алтайской академии экономики и права. — 2019. — №12. — С. 128-133.
2. Семина А.П., Федотова М.А. Формирование и развитие эффективной команды // Московский экономический журнал. — 2019. — №13.

Проблемы быстрого эмоционального выгорания сотрудников и трудности подбора персонала в авиационной отрасли

Верхоланцева З.М.
Научный руководитель — к.э.н. Просвирина Н.В.
МАИ, Москва
zlatush@mail.ru

Синдромом эмоционального выгорания (СЭВ, или англ. burnout) называется состояние человека, которое характеризуется снижением производительности, ощущением усталости и апатии на постоянной основе, чувством беспомощности, некомпетентности и полного безразличия к окружающему миру. В основе появления СЭВ лежит длительный период напряжения психоэмоциональной сил и стресса.

Во многих отраслях и профессиях, сопряжённых с высокой психоэмоциональной нагрузкой, наблюдается серьёзная проблема, связанная с быстрым эмоциональным «выгоранием», что, в свою очередь, ведёт к быстрой, так называемой, «текучке кадров» — быстрой смене людей, занимающих определённые должности.

Особенно остро эта проблема встаёт в сферах, связанных с авиационной отраслью. Как среди пилотов, так и людей, также пропускающих через себя большие массивы информации и испытывающие значительное эмоциональное давление, связанное с осознанием важности и огромной ответственности их работы.

В случаях, когда сотрудник «перешагивает» определённый порог психоэмоционального напряжения или же приближается к этому порогу, работоспособность, эффективность и точность выполняемых им задач значительно падает или его действия вовсе начинают ухудшать не только его личные показатели работы, но и влияют на правильное и продуктивное исполнение задач всей цепи сотрудников, с которыми он связан.

В связи с этим, отделу кадров приходится искать в сжатые сроки или же заранее подготавливать сотрудников с достаточной квалификацией (и, по возможности, опытом) на смену «выгоревшего», чтобы не нарушать отлаженную работу, что является отнюдь не тривиальной задачей, поскольку новому сотруднику ещё понадобится время на «вливание» в рабочий процесс и коллектив.

Конечно, можно и нужно предотвращать ситуации, связанные с СЭВ, однако вовсе исключить и свести их на нет не получится из-за влияния человеческого фактора (замалчивание проблемы, нежелание сотрудника терять рабочее место по причине ненадлежащего состояния здоровья и другое).

Синдром эмоционального выгорания у персонала можно предупредить или значительно замедлить, а значит и продлить период продуктивной работы сотрудника. Для этого следует санкционировать профилактику перенапряжения. В неё (со стороны работодателя) должно входить предоставление персоналу регулярного отдыха. Также, настоятельно рекомендуется предоставить работнику возможность заниматься спортом или иной физической активностью. Обеспечение себе полноценного сна не менее 7-8 часов в сутки ложится на совесть сотрудника. В данном случае систематические и правильно организованные периоды рекреации физических и психоэмоциональных сил человека значительно продлят его работу на занимаемой должности.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли / Ставрополь, ЛОГОС. 2019.

2. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения // СТИН. 2017. № 12. С. 6-8.

3. Просвирина Н.В. Кадровая политика организации как инструмент управления человеческими ресурсами // Московский экономический журнал. — 2019. — №12.

4. Кузьминский А.Е., Михайлов А.А., Смирнова Т.С. Проблема профессионального стресса работников производственных предприятий // Московский экономический журнал. — 2019. — №8. — С. 17.

Развитие кадрового потенциала в космической отрасли (на примере Госкорпорации «Роскосмос»)

Власова О.С.
Научный руководитель — к.э.н. Просвирина Н.В.
МАИ, Москва
k.ovi@mail.ru

Подготовка высококвалифицированных кадров представляет собой важнейшую задачу для экономических структур любого уровня, начиная от отдельного предприятия и заканчивая комплексами, отраслями и макроэкономикой в целом. В настоящее время такая задача стоит и перед предприятиями космической отрасли, как одной из высокотехнологичных отраслей промышленности. К направлениям развития кадрового потенциала можно отнести: повышение квалификации уже обученных специалистов, работающих на предприятиях, а также создание условий для внедрения новых специалистов.

Зачастую на промышленных предприятиях осуществляется целевой набор, благодаря которому идет приток молодых специалистов в организацию. Молодой человек выбирает интересующую его специальность в вузе, сотрудничающем с предприятием, а далее заключается трехстороннее соглашение, подразумевающее, что после окончания вуза предприятие гарантирует трудоустройство.

Однако, необходимо отметить, что средний возраст работников предприятий ракетно-космической промышленности существенно выше аналогичного показателя по промышленности РФ в целом. При этом наблюдается тенденция роста количества работников пенсионного возраста и оттока молодых работников. Поэтому можно сделать вывод о том, что целевой прием работников из вузов по этим специальностям исследуемой отрасли явно недостаточен.

На примере Госкорпорации «Роскосмос» рассмотрим, какие методы используют на предприятии, чтобы избежать дефицита высококвалифицированных кадров. «Роскосмос» ещё с 2015 года начал собственную систему обучения менеджмента. На основе корпоративного института были запущены учебно-образовательные программы по управлению закупочной деятельностью, качеством, управлению проектами, управлению персоналом и финансами. Наравне с образовательными методиками существует и действует «Школа главного конструктора» для отдельных подгрупп отраслевого кадрового резерва (резервисты – это сотрудники на руководящих позициях с опытом работы не менее трех лет). Но главной задачей Госкорпорации по-прежнему стоит создание благоприятных условий для привлечения молодого поколения – «носителей новых идей». И именно поэтому Роскосмос сотрудничает с российскими вузами, в том числе и с ведущим аэрокосмическим вузом России – Московским авиационным институтом (национальным исследовательским университетом), который ежегодно выпускает более трехсот инженеров-специалистов для космическом промышленности.

С молодыми кадрами начинают взаимодействовать ещё в период обучения, чтобы сократить сроки профильной подготовки. Компания включает студентов в работу предприятия со второго-третьего курсов, организовывая процесс производства так, что в будущем бы не пришлось переучивать специалиста, а ему, в своё время – это гарантирует карьерный рост.

По итогу проведенного исследования сделан вывод: чтобы решить масштабные задачи, стоящие перед Госкорпорацией, необходимо проводить грамотную кадровую политику, кадровую работу, сохранять и приумножать конструкторский и инженерно-технический потенциал отрасли, уделять особое внимание подготовке молодых специалистов рабочих профессий. От этого напрямую зависит успех в космической сфере и её будущем.

Список литературы:
1. Просвирина Н.В. Кадровая политика организации как инструмент управления человеческими ресурсами // Московский экономический журнал. — 2019. — №12..
2. Просвирина Н.В., Тихонов А.И. Интегрированный подход в подготовке и развитии персонала на предприятиях авиационной отрасли //Финансовая экономика. 2018. № 7. С. 202-205.
3. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения // СТИН. 2017. № 12. С. 6-8.

Привлекательность китайского рынка труда гражданской авиации для российских пилотов

Войнов С.М., Мурзина А.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сивоплясова С.Ю.
МАИ, Серпухов
ser.vojnov2013@yandex.ru

Международный рынок труда гражданской авиации как неотъемлемая часть международного рынка труда существует во многом благодаря миграции высококвалифицированных специалистов в сфере гражданской авиации. Авиакомпании многих стран в силу нехватки летных кадров нанимают в штат сотрудников иностранцев, предлагая им более высокую заработную плату и социальное обеспечение. Также многие пилоты иностранцы, обладая более высоким уровнем навыков, могут использоваться авиакомпаниями в качестве инструкторов для собственных пилотов, что, несомненно, поднимает уровень авиакомпании внутри страны или региона.

В период 2015–2019 гг. более 500 российских пилотов перешли работать в авиакомпании Азиатско-тихоокеанского региона [3]. Активным спросом у российских лётчиков пользуется авиакомпании Китая.

Привлекательность китайского рынка труда гражданской авиации складывается из следующих составляющих.

Основным побуждающим фактором привлекательности для российских пилотов служит высокая заработная плата в китайских авиакомпаниях, а также большое количество льгот и компенсаций. Заработная плата специалистов в отечественных авиакомпаниях оказалась ниже, чем в компаниях за рубежом. В частности, заработок командира воздушного судна в Китае при пересчете в рублях был в 4 раза выше зарплат отечественных специалистов [2].

Также свою роль сыграла ситуация на российском рынке гражданской авиации. Произошло сокращение реальной заработной платы пилотов внутри отечественных авиакомпаниях. Основной причиной этого обычно называют падение курса рубля, которое произошло после 2014 г. Одновременно российские авиакомпании оптимизировали расходы, чтобы справиться с финансовыми проблемами [1]. Уход с рынка авиаперевозок крупного игрока (авиакомпании «Трансаэро») также не способствовал улучшению ситуации. В результате банкротства компании в 2015 г. на без работы оказались более тысячи лётчиков. Пилотам было трудно устроиться на новую работу внутри страны, а снятие властями КНР запрета на найм пилотов из России способствовало привлечению российских пилотов на рынок Китая.

Гражданская авиация КНР представляет собой эффективно функционирующую отрасль, развивающуюся на базе лучших мировых практик и норм регулирования. По уровню организации и управления безопасностью полётов и отраслью в целом, гражданская авиация КНР является одной из лучших в мире. В целом, успешное развитие отрасли является закономерным результатом реализации государственной политики Китая в области авиационной деятельности, основанной на долгосрочном целевом планировании и финансировании.

В 2019 г., по данным Международной организации гражданской авиации (ICAO), китайский рынок авиаперевозок вырос до 549 млн. пассажиров. Это вдвое больше, чем в 2010 г. Рост вызван увеличением численности среднего класса, расширением маршрутной сети и тем,

что другие страны в попытке привлечь китайских туристов смягчают требования для получения ими визы [4].

Ожидается, что в период 2019–2038 гг. Китай будет демонстрировать самые высокие темпы роста пассажирских авиаперевозок (в среднем на 5,9% в год). В период до 2038 г. этот показатель вырастет до 3,87 трлн. пкм. (рост в 3,1 раза). В целом доля КНР в мировом пассажирообороте увеличится с 15,0% до 19,8% [5].

По прогнозам Международной ассоциаций воздушного транспорта (IATA), к 2022 г. Китай обгонит США и станет крупнейшим в мире рынком авиаперевозок. По оценкам Boeing, стране к 2035 г. потребуется 110 000 новых пилотов [4].

Таким образом, китайский рынок гражданской авиации за счет активного развития гражданских перевозок привлекает российских специалистов лучшими условиями работы на фоне стагнации российского рынка. На начало 2020 г. произошло замедление китайской гражданской авиации связи со вспышкой пневмонии нового типа, вызванной коронавирусом 2019-nCoV. Связи с этим, китайские авиакомпании сокращают рейсы и для сокращения издержек отправляют пилотов в неоплачиваемый отпуск [3]. Можно предположить, что последствия «простоя» китайской гражданской авиации будут как можно менее сокрушительными для китайской экономики, и скорейшая локализация пандемии позволит китайской гражданской авиации сохранить привлекательность для российских и иностранных пилотов.

Список литературы:

1. Аксенов П. «Они только злят»: почему пилоты массово уезжают из России. URL: https://www.bbc.com/russian/features-40593216 (дата обращения: 11.01.2020).
2. Зарплата пилота гражданской авиации в 2019 году. URL: https://emigrant.expert/rabota-rf/zarplata-pilota (дата обращения: 11.01.2020).
3. Источник рассказал о планах китайских авиакомпаний уволить российских пилотов // Сайт bfm.ru. URL: https://www.bfm.ru/news/436061 (дата обращения: 08.02.2020).
4. Маринин В. Авиакомпания «Россия» впервые начала набор иностранных пилотов. URL: https://www.rbc.ru/business/16/08/2018/5b752f7e9a79473d3dd96e7d (дата обращения: 11.01.2020).
5. Прогноз мирового рынка гражданской авиации 2019–2038. URL: https://www.uacrussia.ru (дата обращения: 11.01.2020).

Проблемы деловой этики HR-менеджера на собеседовании

Воропаева А.Ю., Толканова Д.Г.
Научный руководитель — доцент, к.псх.н. Морозова И.В.
МГОУ, Москва
anastasia2301voropaeva@gmail.com

Работодатели уделяют все большее внимание вопросам этики деловых и отношений при отборе персонала. При этом необходимо учесть, что требования к должности включает в себя не только выполнение должностных обязанностей, но и навыки взаимоотношений с коллегами, руководством, подчиненными, клиентами, партнерами и др. Соблюдение этики деловых отношений является важным критерием оценки как отдельного сотрудника, так и организации в целом. Этическая подготовленность создает личную репутацию сотруднику.

Одной из главных ошибок современных HR — менеджеров является работа «для галочки». В этом случае HR-менеджер обходит стороной вопросы этики организации, так как он не включен в бизнес, не понимает его цели, задачи и стратегию. Данная ситуация усложняется отсутствием обучения по этике.

Если рекрутеры встречаясь с кандидатами на собеседовании, уделяют недостаточное внимание теме этики деловых отношений, то это может привести к ошибкам в подборе, к дальнейшему отрицанию ответственности, к плохой адаптации новичков. Со временем снижается число заявлений на вакансии, а также доля кандидатов, соответствующих требованиям компании.

В настоящее время возрастает значение профессиональной этики в регулировании различных видов трудовой деятельности. Это связано со стремлением постоянно совершенствовать профессиональные нормы применительно к изменяющимся общественным отношениям.

Современные требования к управленцам в аэрокосмической отрасли

Гарнов С.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Еропкин А.М.
МАИ, Москва
stepangarnov@yandex.ru

Сегодня невозможно отрицать изменения, происходящие во всех процессах проектирования, производства и эксплуатации современной техники. Изменился и уровень развития производительных сил, и мощности производства, и технологический уровень в целом. Наша страна, как и весь мир уже давно вступили в новую эпоху технологического уклада. Однако просто вступить в эту эпоху невозможно. Каждый день, каждый час научно-технический прогресс делает свои небольшие шаги, который перерастают в динамике в семимильные скачки. Все это особенно ярко проявляется в высокотехнологичных отраслях, к которым относится и аэрокосмическая отрасль. И в первую очередь, это повышает требования к человеческому капиталу, к уровню профессиональной подготовки современных специалистов. При этом речь идет не только о технических специалистах, но и о гуманитарных, экономических и управленческих, которые способны, помимо профессиональной деятельности популяризовать российскую аэрокосмическую деятельность, сделав её не только возможностью прибыльного вложения, но и отличным стартом для профессионального пути. Отдельное внимание в этих условиях необходимо уделить подготовке экономистов и управленцев. Она весьма важна для понимания общей картины организации образовательного процесса в техническом университете, работающем в интересах высокотехнологичных отраслей. Для того чтобы отечественные специалисты оставались востребованными, а их знания, умения и навыки актуальными необходим учет, как минимум двух составляющих:

1. Глобализация отечественного образования.

Исследовав направления и последствия глобализации образования можно сделать вывод, что в настоящий момент под ней подразумеваются три 3 основные направления деятельности, а именно: интернационализация, интеграция, информатизация. Комплекс из этих направлений дает в динамике хороший результат, позволяет улучшить качественные показатели современного российского образования. Многие высшие учебные заведения внедрили эту политику, помимо собственно образовательного процесса посредством целого ряда дополнительных мероприятий: конференций, творческих семинаров, открытых лекториев, воркшопов и т.п.

2. Повышение содержательной части базовой профессиональной подготовки, путем внедрения, а точнее возвращения «объектной» составляющей в образовательный процесс. Введение двухуровневой подготовки «бакалавр–магистр» полностью уничтожило «объектность» экономической и управленческой подготовки. Экономистов и управленцев стали готовить «вообще» без ориентации на определенные отрасли и подотрасли. Поясним это на конкретном примере инженерно-экономического факультета МАИ. До внедрения, так называемой «болонской» системы обучения, МАИ готовил инженеров-экономистов с ориентацией на работу в НИИ и на предприятиях наукоемких отраслей. 20% учебного плана такой подготовки содержали примерно 1000 часов инженерной подготовки, начиная с инженерной графики и заканчивая технологией производства летательных аппаратов (с курсовым проектом). В дипломных проектах предусматривалась технико-технологическая часть. Всю эту подготовку вели преподаватели технических факультетов. Переход на четырехлетнюю подготовку бакалавров был осуществлен путем сокращения именно инженерной составляющей учебного плана. Те возможности, которые предоставлялись

нашим будущим специалистам, трудно переоценить, ведь они не только повышали уровень образования студентов факультета, но и формировали в них положительное отношение к своей будущей отраслевой деятельности. Кафедры факультета специализировались в направлениях технических факультетов МАИ, то есть были также объектно-ориентированными. Преподаватели факультета работали в составе ученых советов технических факультетов и преподавали соответствующие дисциплины с учетом специфики «своего» факультета. Попутно заметим, что при, действующей тогда системе распределения выпускников, представители промышленности буквально «сражались» между собой за то, чтобы получить лучших инженеров-экономистов, а те с удовольствием шли работать на профильные предприятия. Будучи хорошо подготовленными в МАИ, такие специалисты быстро занимали соответствующие и весьма престижные должности и, как правило, успешно продвигались по карьерной лестнице. Но, именно эта сторона подготовки и была ликвидирована.

Таким образом, можно сделать вывод о целесообразности возвращения в технические вузы инженерной составляющей в подготовке экономистов и управленцев, что должно позволить сохранить ту часть человеческого капитала предприятий, которая будет эффективно интегрирована в отрасль и способна осуществлять и управлять в ней соответствующими процессами.

Усиление базовой, объектно-ориентированной подготовки вместе с проведением специализированных мероприятий: профессионально ориентированные лектории, семинары, научные конференции способно дать организациям наших отраслей мощный импульс.

Чат-боты-рекрутеры для подбора персонала

Гладкая К.В.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва
gladkaya.xen@yandex.ru

Чат-боты становятся неотъемлемым помощником в управлении персоналом. С каждым годом все больше компаний внедряют себе эту технологию, так как её эффективность и необходимость в ней давно оценена. Известно, что чат-боты автоматизируют рутинные задачи, просты в использовании, снижают издержки компании и не требуют больших затрат на их установку. Более того, это достаточно гибкий инструмент, который можно адаптировать практические под любые hr-цели. Самой распространенной областью использования чат-ботов является подбор персонала. Однако стоит отметить, что применимость ботов зависит от того, в какой отрасли работает компания.

Массовый подбор временного или линейного персонала в России – одна из распространенных областей применения чат-ботов-рекрутеров. Это связано с тем, что существует большое количество кандидатов, которые довольно быстро меняют рабочее место. Рекрутеру приходится обрабатывать большой поток заявок с резюме, что отнимает много времени на рутинные задачи. Возникает необходимость обработки большого количества информации по кандидату, актуальность которой быстро устаревает. В связи с этим чат-бот в массовом подборе – отличное решение. Он может справляться с такими задачами, как:

1. быстро находить и выходить на связь с новыми кандидатами;
2. предлагать и заинтересовывать кандидатов вакансией;
3. отвечать на однотипные вопросы об условиях работы и требованиях вакансии;
4. Получать обратную связь от кандидата, насколько ему данная вакансия интересна.

Кроме того, при широком применении ботов может улучшиться скорость подбора и привлечения кандидатов – то есть ускориться поиск по резюме, базам данных и ключевым словам. Чат-бот может гораздо быстрее человека проводить различные виды тестирования и первичную проверку важных профессиональных и личностных параметров.

Следовательно, боты-рекрутеры будут эффективны в подборе персонала в таких сферах, как ритейл, FMCG, страхование, общественное питание, сфера ухода за красотой, в компаниях, где производится массовый найм персонала, не требующего высокой квалификации.

Возможность «общения» с ботом положительно влияет на имидж работодателя для молодежной аудитории, так как это один из современных способов взаимодействия с кандидатами, поэтому чат-ботов можно использовать и на предприятиях аэрокосмической отрасли для привлечения «молодых кандидатов».

Однако возникают проблемы при подборе узкоспециализированных специалистов или специалистов высшего звена. Дело в том, что для таких кандидатов компании выставляют особые, специфичные требования, которые бот не сможет в полной мере проверить, правильно оценить, такие, как поведение в нестандартной ситуации, работа в команде, коммуникативность, стрессоустойчивость, гибкость мышление и другие навыки.

Задачи, требующие нестандартного подхода, являются слабым местом ботов-рекрутеров. Вследствие чего бот может испортить имидж работодателя, его не следует применять в поиске специалистов в области маркетинга, продаж, PR, где вся работа построена на общении с людьми, креативе и творчестве.

Стоит обратить внимание ещё на одну сферу рекрутинга, где чат-боты не смогли «проявить себя» — это IT-рекрутинг. В России IT-рынок очень «перегрет». Специалисты этой области очень востребованы и переманиваются из одной компании в другую, предлагая более выгодные условия. Чат-боты в данном случае малоэффективны, так как рекрутеру необходимо работать с каждым соискателем, анализировать его опыт из резюме и в соответствие с этим делать индивидуальное предложение о работе.

Если говорить в целом, то боты-рекрутеры являются лишь вспомогательным звеном в подборе персонала, они никогда не смогут полностью заменить человека. Однако они могут ускорить и упростить человеческий труд. Основная задача технологии – первичная оценка знаний и навыков кандидата. Если первичное общение с чат-ботом пройдено, то следующий обязательный этап – это общение с HR-специалистом. Это связано с тем, что подбор персонала – это не только оценка навыков и компетенций потенциального сотрудника, так называемых hard skills, но и оценка поведения, коммуникативных, управленческих навыков (soft skills) и непосредственное налаживание деловых связей с кандидатами.

Список литературы:

1. Гладкая К.В. «Чат-боты-рекрутеры для подбора персонала». Научный руководитель – Семина А.П.

2. Семина А.П., Гладкая К.В. Использование информационно-коммуникационных и виртуальных технологий в обучении персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №11. — С. 69.

3. Агеев М.А., Семина А.П. Использование технологии SMM в подборе и отборе персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №2. — С. 1.

4. Тихонов А.И. Подбор персонала с использованием нетворкинга // Наука и бизнес: пути развития. — 2019. — №6(96). — С. 209-213.

Совершенствование системы найма и отбора персонала в организации

Горелова А.Ю.
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
МАИ, Москва
gorielova_aliena@mail.ru

В настоящее время эффективная работа организации напрямую зависит от качества управления персоналом. Начальным этапом данного немаловажного фактора являются: отбор, подбор и найм персонала. Именно от качества этих факторов зависит дальнейшее благополучие компании. В связи с этим компаниям приходится всячески координировать,

развивать и контролировать отрасль работы с человеческими ресурсами и дальнейшую кадровую политику.

В данном исследовании мы проводили анализ системы найма и отбора персонала в ООО «Нео-Фарм», причем основной целью стало выявить слабые стороны (проблемы) действующей системы, проработав которые было бы возможно создать комплекс мероприятий по её совершенствованию и модернизации.

ООО «Нео-Фарм» — известная аптечная сеть, которая берет свое начало от небольшого семейного проекта, а в настоящий момент представляет собой крупный успешный бизнес, ориентированный на массовый сегмент и характеризующийся политикой шаговой доступности. Доступность – немаловажный ориентир современного аптечного бизнеса, потому что быть здоровыми хотят все, а препараты стоят непомерно дорого. В то же время, чтобы успешно развивать аптечную сеть, которая в настоящее время насчитывает порядка 500 точек, необходимо организовывать работу высоко квалифицированного персонала.

Для совершенствования системы найма и подбора персонала в ООО «Нео-Фарм» разрешено рекомендовать последующие мероприятия:

• Выработка единого эталона подбора и найма персонала. Тут имеется ввиду выделение главных признаков «подходящих» претендентов для работы в компании. Это – не портрет «идеального кандидата вообще», а конкретно – пригодного для предоставленной конкретной фирмы, с её настоящей (а не декларируемой!) корпоративной культурой;

• Внедрение автоматизированных систем для проведения тестирований, чтобы на этапе отбор было возможно определить уровень знаний и квалификации кандидата;

• Доведение эталона подбора до управляющих. Данное действие заключается в воспитание у управляющих подразделений ответственности за принимаемые ими решения о приёме в подразделение того или другого сотрудника. Высококачественное информационное уведомление принимаемых в компанию претендентов.

Итогом проведения мероприятий станет:

• Рост эффективности проведения собеседования благодаря особому акту для менеджера по подбору персонала.

• Исследованный и рекомендованный лист оценки претендентов позволит руководителям структурных подразделений уменьшить количество времени, истраченное на подведении результатов собеседования, а также позволит более эффективно ассоциировать претендентов между собой.

В ООО «Нео-Фарм» есть комплексная программа работы с кадрами, в соответствии с которой непрерывно проводится наём и отбор персонала, аттестация сотрудников, обучение персонала, его адаптация и профессиональная ориентация.

Выделяются следующие направления решения выявленных проблем: — укрепление экономического процесса адаптации, путем изменения системы мотивации;

• Создание программы обучения персонала на базе эффективного применения функциональных и пассивных способов обучения на территории компании, выполняемое внутренними специалистами организации.

Таким образом, управление персоналом, в частности система отбора и найма, активно используемая в повседневной работе, не бывает идеальной, она должна динамично развиваться в соответствии с запросами современного общества. Предложенные мероприятия могут быть использованы не только в работе ООО «Нео-Фарм», но и использоваться в работе других организаций аналогичной сферы.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Федотова М.А., Чекан А.А. Проблемы и особенности автоматизации подбора персонала // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 29.

2. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018

3. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

4. Смирнова Т.С. Новиков С.В. Социальная ответственность, как важная компетенция выпускника технического вуза //Социология образования» -2018. — № 5 — С. 21-27

Развитие кадрового потенциала как фактор повышения конкурентоспособности организации аэрокосмической промышленности

Грошева П.Ю., Эфендиева А.
РУДН, Москва
lesha.selishev1323@gmail.com

Рыночная экономика и функционирование рынков тесно связаны с понятием конкуренции, которая стимулирует деятельность производителей и является регулятором рыночных отношений, который вынуждает производителей в борьбе за потребительские рынки предпринимать действия по снижению цен на продукцию, сокращению затрат на её производство, по обеспечению роста качества реализуемых товаров, а также повышению уровня и темпов инновационного развития, необходимого для создания конкурентоспособного продукта.

При этом важнейшую роль играет уровень качества управления персоналом, уровень подготовки менеджеров, квалификация и компетенции сотрудников, умение их вести деловые операции и т.д. Именно поэтому в современных рыночных условиях важным фактором повышения конкурентоспособности является корпоративное знание, формируемое на основе компетенций персонала, а также способностей сотрудников решать междисциплинарные задачи. При этом организация эффективного управления персоналом является одним из важных факторов конкурентоспособности предприятия. Поэтому, чтобы достичь успеха в виде создания конкурентоспособной продукции или услуг следует осуществлять развитие персонала и формировать кадровый потенциал организации аэрокосмической промышленности.

В последнее время во многих источниках можно увидеть понятие «кадровый потенциал», который представляет собой совокупность способностей кадров (навыки, знания, умения и т.д.), позволяющее обеспечить эффективное функционирование организации.

Формирование и развитие кадрового потенциала наукоемкой организации, в том числе за счет обучения, повышения квалификации, развития новых компетенций и приобретения новых знаний, дает ей ряд преимуществ, которые оказывают положительное влияние на показатели конкурентоспособности организации. К таким преимуществам относятся следующие:

• Повышения производительности труда;

• Обеспечение высокого качества производимой продукции за счет использования уникальных компетенций персонала;

• Снижение показателей брака и аварий на производстве;

• Возможность гибкой адаптации к новым принципам, методам и технология производства и т.д.

Поскольку, как мы видим, развитие кадрового потенциала, в т.ч. путем обучения персонала, дает значительные положительные эффекты в контексте создания конкурентоспособности организации аэрокосмической промышленности, следует разрабатывать планы обучения и повышения компетентности сотрудников в условиях динамично меняющихся условий рыночной среды и темпов инновационного развития в мире.

Формирование планов развития персонала, наращивания его компетенций путем обучения и повышения квалификации должно осуществляться с опорой на основные цели стратегии развития организации аэрокосмической промышленности.

Такие планы должны формироваться с использованием многоуровневой структуры принятия решений. Например:

1. На первом уровне определяются потребности организации в определенных видах компетенций и навыков.

2. На втором уровне принимаются решения по отбору подразделений, которые должны быть приоритетно обучены.

3. На третьем уровне проводится отбор сотрудников для обучения и развития компетенций.

Следует отметить, что наиболее эффективным видом обучения является повышение квалификации персонала, поскольку это дешевле подготовки специалистов; продолжительность обучения меньше, и при этом обеспечивается целевое обучение специалистов и руководителей в рамках развития у них знаний и навыков в решении определенного круга задач.

Вместе с тем, можно выделить ряд рекомендаций по развитию кадрового потенциала российских предприятий аэрокосмической промышленности, заключающихся в организации программ стажировок и обмена опытом с ведущими зарубежными компаниями, формировании корпоративной культуры, направленной на обеспечение практической реализации научных разработок в ведущих научно-исследовательских организациях и институтах.

В целом, можно заключить, что кадровый потенциал является важным фактором в создании конкурентоспособности организации, потому что при разумном его использовании организация способна добиться высокого уровня конкурентоспособности на рынке.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 19-29-07348 мк «Развитие экономической теории управления человеческим капиталом и методологии ускоренного формирования интеллектуального потенциала России с созданием интегративного междисциплинарного механизма формирования и измерения человеческого капитала как ключевого фактора повышения конкурентоспособности России».

Список литературы:

1. Панков А.А., Юдин А.В., Грошева П.Ю. Основные направления повышения устойчивости финансово-экономического состояния предприятия // Сегодня и завтра российской экономики. 2018. № 87-88. С. 40-49

Анализ современных инструментов в области управления рисками реализации космических проектов

Давыдова Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Грошева П.Ю.
РУДН, Москва
semina.nasty@gmail.com

В настоящее время не существует единой трактовки понятий «риск» и «управление рисками». Так М.И. Павлов дает следующее определение понятия «управление рисками»: «… это предвидение, «мозговой штурм» того, какие отрицательные последствия принесут последующие действия, и планирование мероприятий по уменьшению этих последствий».

И.А. Бланк в работе «Основы финансового менеджмента» под риском понимает вероятность потери капитала и дохода при неопределенности условий осуществления финансово-хозяйственной деятельности на предприятии. А.Н. Фомичев отмечает, что риск представляет собой потенциально возможную вероятность потери ресурсов или неполучения доходов, а А.Н. Ряховская – что риск взаимосвязан с такими понятиями как «вероятность» и «неопределенность».

В настоящее время существует ряд методов и подходов по управлению рисками, применяемых в том числе, и при реализации космической деятельности, которая в настоящее время является приоритетным направлением государственной политики Российской Федерации. Однако, в силу недостатков, присущих этим инструментам, их применение не позволяет в полном объеме и с высокой эффективностью противодействовать существующим рискам в данной сфере деятельности.

Современное состояние отечественной ракетно-космической промышленности характеризуется высокой степенью изношенности производственно-технологического и испытательного оборудования, что приводит к определенным рискам при изготовлении и испытании изделий ракетно-космической техники (РКТ).

Необходимо отметить, что «Роскосмос» осознает данные слабые места и стремится бороться с ними при помощи Положения о системе управления рисками Госкорпорации «Роскосмос» (утверждено приказом Госкорпорации «Роскосмос» от 26 июля 2017 г. №260). Данное положение определяет политику Госкорпорации «Роскосмос» в управлении рисками, а также цели, задачи и принципы системы управления рисками, утверждает методологию организации процесса управления рисками.

В качестве примера разработки методики системы риск-менеджмента можно привести систему управления рисками Госкорпорации «Росатом», состоящую из трех уровней управления:

• Стратегический (генеральный директор);

• Тактический (комитет по рискам);

• Оперативный (владельцы риска).

Процесс управления рисками в Госкорпорации «Росатом» в настоящее время включает следующие этапы:

• Выявление риска (превентивная мера, позволяющая выявить риски на всех уровнях управления);

• Оценка риска (проведение качественной и количественной оценки влияния рисков на деятельность компании);

• Управление рисками (проведение мероприятий по управлению риска и оценка их эффективности);

• Мониторинг риска (контроль готовности к рискам).

Таким образом, можно сделать вывод об актуальности задачи разработки методологии оценки рисков потери конкурентоспособности космических проектов, опирающейся на инструменты риск-менеджмента и учитывающей сложность космических проектов.

Список литературы:

1. Павлов М.И. Управление рисками как неотъемлемая часть системы управления предприятием. Причины проблем при организации управления рисками на предприятиях с государственным участием // Акционерное общество: вопросы корпоративного управления. 2015. № 10 (137). С. 1-8.

2. Бланк И.А. Основы финансового менеджмента. Т. 2. – Киев: Ника-центр, 1999. – 203 с.

3. Фомичев А.Н. Риск-менеджмент. 5-е издание. – Москва: Издательство-торговая корпорация «Дашков и К», 2018. – 372 с.

4. Ряховская А.Н., Крюкова О.Г., Кузнецова М.О. Риск-менеджмент – основа устойчивости бизнеса. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 256 с.

5. Годовой отчет Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» за 2017 год. Электронный ресурс. – [Режим доступа]: https://www.roscosmos.ru/media/img/docs/Reports/report.2017.pdf.

6. Система управления рисками в Госкорпорации «Росатом». Электронный ресурс. – [Режим доступа]: https://ar2015.rosatom.ru/?/ru/44-risk-management.

Развитие новых платформ по поиску работы и их возможности

Двойнева А.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
aldvoyneva@gmail.com

Поиск работы и поиск кандидатов — два связанных процесса. В основном они осуществляются похожими методами: опрос знакомых, поиск в интернете на самых известных платформах: hh.ru, superjob и тд.

В последнее время благодаря соцсетям и мессенджерам появляются небольшие бесплатные проекты с тем же функционалом, что и крупные платформы.

Поиск стажеров в компаниях производится с помощью социальных сетей (ВКонтакте, Instagram). К примеру, рекрутинговая компания "Анкор" объявляет о новых наборах только там. Сайта для программ стажировок у них нет.

В Instagram и Facebook ищут работников с помощью постов: их читает определенная аудитория, понимая специфику которой найти нужного человека становится проще и быстрее.

Социальные сети — хорошее место для начала своего проекта. Один из таких проектов — Без aspera ad astra. Имея стабильную аудиторию создатели этого проекта запустили сайт Careerspace, который похож на известный HeadHunter, но имеет, на мой взгляд, несколько преимуществ.

Обе платформы бесплатны, помогают с резюме: на сайте hh.ru есть шаблон, careeerspace предоставляет консультации и специалисты могут помочь, если сделаны ошибки и указывают работодателя и примерную заработную плату.

Однако у проекта Careerspace есть несколько интересных возможностей: узнать о профессии и её особенностях от людей, которые в них работают — можно пригласить на чашку кофе и спокойно поговорить, это дает возможность подготовиться к возможным сложностям карта карьерных возможностей для четырех направлений: менеджмент, HR, аналитика и разработка ПО. Карта показывает возможности в одном из четырех направлений — вертикальный переход, горизонтальный переход. Такие платформы — прекрасное направление. Увеличение функций таких платформ позволяет лучше понимать карьерные возможности и развитие, особенности выбранной профессии и завести интересные знакомства.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Федотова М.А., Чекан А.А. Проблемы и особенности автоматизации подбора персонала // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 29.

2. Агеев М.А., Семина А.П. Использование технологии SMM в подборе и отборе персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №2. — С. 1.

3. Тихонов А.И. Подбор персонала с использованием нетворкинга // Наука и бизнес: пути развития. — 2019. — №6(96). — С. 209-213.

Цифровая трансформация HR и её роль в быстро меняющейся бизнес среде

Димитрова С.М.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва
sofia_0100@mail.ru

Изменения в сфере человеческих ресурсов очень актуальны и требуют улучшений. В наше время происходит цифровая трансформация HR в связи с тем, что технический прогресс не стоит на месте, и каждый день создаётся что-то новое. Современные технологии внедряются во все сферы жизни. Так, в сфере человеческих ресурсов происходит автоматизация процессов подбора и отбора персонала, адаптации, кадрового делопроизводства, обучения и развития и проч.

Трансформация происходит из-за того, что уже существующая модель управления персоналом не отвечает выполнению будущих целей, поэтому её необходимо модернизировать. Если рассматривать внедрение автоматизации в компаниях, то таким образом можно выявить их продвинутость. Например, менее продвинутыми оказались компании с численностью до 100 человек, в то время как более продвинутыми компаниями можно считать те, где численность начинается от 10 000 человек. Данная зависимость автоматизации от численности персонала связана в первую очередь с тем, что в компаниях с меньшей численностью можно обойтись без автоматизации и без HR, а в тех компаниях, где численность большая, цифровая трансформация необходима для дальнейшего успешного функционирования и выполнения поставленных задач.

Также, новые условия диктуют HR специалисту применение новых технологий в подборе и отборе сотрудников, то есть, необходимо использовать как можно больше источников для нахождения кандидатов, что достигается с помощью автоматизации. HR специалисту необходимо осваивать и применять новые технологии, так как благодаря им он может получать всю необходимую информацию о том или ином кандидате. Но даже несмотря на то,

что новые технологии помогают специалисту в работе, всю сферу HR автоматизировать нельзя, так как искусственный интеллект ещё не придуман, а придуманные роботы заточены только на определенные операции, нестандартные задачи решать они не могут.

Важность цифровой трансформации HR заключается в том, что с применением новых технологий мы получаем удобную, структурированную и воспринимаемую

информацию, облегчается работа специалистов по управлению персоналом, однако появляются и новые проблемы, связанные с возрастанием количества информационных потоков, сложности с обработкой и анализом информации, вследствие чего и трудности принятия решений особенно в сфере человеческих ресурсов.

Список литературы:

1. Семина А.П., Гладкая К.В. Использование информационно-коммуникационных и виртуальных технологий в обучении персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №11. — С. 69.

2. Тихонов А.И., Мурадова Н., Коновалова В.Г. Геймификация в адаптации персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №7. — С. 58. 3. Тихонов А.И., Федотова М.А., Чекан А.А. Проблемы и особенности автоматизации подбора персонала // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 29.

Экосистема рабочих мест на предприятиях ракетно-космической отрасли: понятие и функции

Добрынина Е.М., Эргашева М.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Самохвалова С.М.
СибГУ им. М.Ф. Решетнева, Красноярск
lenadobrynina49@gmail.com

Для большинства предприятий российской госкорпорации Роскосмос важнейшей задачей кадровой политики является создание и развитие высококвалифицированных и мотивированных коллективов, создающих сложную наукоемкую технику и обеспечивающих конкурентоспособность космического комплекса нашей страны на мировом рынке.

Задача мотивации современного специалиста требует максимально креативных решений, учитывающих, в то же время, бюджетные ограничения и требование производственной эффективности предприятий РКО. Основываясь на опыте успешных высокотехнологичных компаний мира, принимая во внимание тенденции смены поколений на предприятиях и все большую численность работников поколений Y и Z, мы предлагаем рассмотреть возможность применения на ракетно-космических предприятиях модели экосистемы рабочих мест как элемента мотивации персонала.

Цель исследования – концептуальное обоснование понятия и функций экосистемы рабочих мест на предприятиях ракетно-космической отрасли.

Задачи исследования включают изучение применения понятия «экосистема» в менеджменте, уточнение существующих понятий «экосистема» в контексте рабочей среды предприятия, выявление основных функций, обеспечиваемых экосистемой рабочих мест.

В исследовании применяются метод контент-анализа, синтез, бенчмаркинг, анализ статистических данных.

Традиционно, под экосистемой в управлении понимают сетевое взаимодействие компаний и команд для разработки сложных технических проектов. По мнению исследователя Р. Виджена [1] бизнес-процессы компании также могут составить экосистему. Мы полагаем, что отдельные работники и команды ракетно-космических предприятий также образуют сложное сетевое взаимодействие в решении задач проектирования, разработки, производства и испытаний космических летательных аппаратов. Таким образом, экосистема рабочих мест — это рабочее пространство предприятия, направленное на создание необходимых условий для высокопроизводительного труда и охрану здоровья работников.

Экосистема рабочих мест охватывает не только физические объекты в виде технического оснащения и атрибутов интерьера, но также и нематериальные объекты, такие как

информационно-коммуникационное пространство, нематериальные активы или знания и средства обмена ими.

Статистические данные показывают, что производительность персонала может увеличиваться до 25%, если люди работают в грамотно оборудованном офисе или торговой площади. Комфорт и удобство офисного пространства являются важными элементами мотивации сотрудников. Опросы, проведенные специалистами HeadHunter и «Здоровый офис» показали, что более 90% опрошенных отмечают прямую связь между экосистемой рабочего места, и качеством и эффективностью их работы. При этом 47% респондентов отметили, что в комфортных условиях улучшается самочувствие и качественнее выполняются рабочие задачи; 44% сотрудников считают, что удобное рабочее место повышает настроение и позволяет лучше концентрироваться и решать профессиональные задачи; 35% опрошенных указали, что комфортные условия свидетельствуют о заботе начальства о работниках. И только 2% респондентов не верят в значимость такого фактора, как комфортное рабочее место, и считают, что гораздо более важными являются другие аспекты корпоративной жизни [2].

Мы предполагаем, что экосистем рабочих мест выполняет следующие функции:

• Поддержание производительности труда;
• Сохранение благоприятного психологического климата;
• Охрана здоровья работников;
• Поддержание организационной культуры;
• Повышение лояльности сотрудников к организации;
• Демонстрация значимости работников для организации;
• Объединение, эффективное использование и развитие потенциала команд и отдельных работников организации.

В экспериментальной части исследования мы рассмотрим гипотезу о структуре экосистемы рабочих мест на примере одного из предприятий ракетно-космической отрасли

Таким образом, экосистема рабочих мест является неотъемлемой частью эффективной работы сотрудников. Раскрытие данной темы поможет ответить на актуальные вопросы о том, как учитывая особенности сегодняшних процессов работы, экосистема рабочего места сотрудников может повлиять на производительность труда.

Список литературы:

1. Виджен Р. От управления бизнес-процессами к управлению бизнес-экосистемами // Информационные технологии. – 2006. — Т. 21, № 4. — С. 262-271

2. Организация рабочих мест и мотивация сотрудников [Электронный ресурс]. URL: https://krasnoyarsk.hh.ru/article/829 (дата обращения: 31.01.2020)

Эффективное управление человеческим капиталом компании

Докунина О.А.
Научный руководитель — к.э.н. Просвирина Н.В.
МАИ, Москва
olga15DOKA@mail.ru

На сегодняшний день дисциплина экономики труда все чаще задается вопросом эффективного управления человеческим капиталом компаний.

Под человеческим капиталом в экономике понимают запас знаний и опыта, различных навыков, здоровья, которые имеются у человека, и он способен использовать их для получения дохода.

Рассматривая человеческий капитал как единую целостную концепцию, стоит выделить такой аспект, как инвестиции в человеческий капитал и оценку их эффективности. Так как, инвестируя средства, мы превращаем их из ресурса в капитал, человеческие способности становятся особой формой капитала, в которой происходит накопление и воспроизводство доходов. Стоит отметить, что инвестиции в совершенствование человеческих способностей ведут не только к росту заработной платы работника, но и к росту дохода, а вследствие, и росту производительности труда.

Процесс эффективного управления человеческим капиталом включает в себя множество аспектов, одним из которых является процесс обучения персонала. На сегодняшний день все больше руководителей начинают инвестировать в развитие своего персонала с целью получения больших выгод в будущем.

Актуальность темы исследования состоит в необходимости рассмотрения методик для эффективного управления человеческим капиталом компании для принятия управленческого решения относительно инвестирования в его развитие.

Стоит отметить, что реальная рыночная стоимость предприятия искажается из-за того, что человеческий капитал нельзя отобразить в бухгалтерском балансе предприятия. Чтобы оценить стоимость человеческого капитала и тех средств, которые в него вложили, необходимо рассмотреть различные методы оценки инвестиций в человеческий капитал, такие как: экспертный метод – метод качественной оценки; метод оценки стоимости человеческого капитала на основе определения затрат; метод нахождения индивидуальной стоимости сотрудника; метод оценки конкурентной стоимости человеческого капитала и другие.

В итоге, можно сделать вывод о том, что интересы компаний и инвестиции в человеческий каптал тесно взаимосвязаны и взаимозависимы. Устойчивое развитие и благополучие компаний, напрямую зависит от человеческого капитала, поэтому необходима продуманная и последовательная политика в области его развития, а также сбалансированных инвестиций.

Список литературы:

1. Мазур В.В Проблемы оценки человеческого капитала организации // Учебное пособие. 2017.

2. Просвирина Н.В. Кадровая политика организации как инструмент управления человеческими ресурсами // Московский экономический журнал. — 2019. — №12.

3. Просвирина Н.В., Тихонов А.И. Интегрированный подход в подготовке и развитии персонала на предприятиях авиационной отрасли //Финансовая экономика. 2018. № 7. С. 202-205.

Адаптация персонала в аэрокосмической отрасли

Дрождин Н.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва
n.drozhdin@yandex.ru

В современном мире одной из наиболее более серьезных проблем с кадрами в организации является текучесть этих самых кадров. Такая проблема, в основном, возникает из-за того, что для любого человека новое рабочее место — это большое испытание, колоссальный стресс, на первых этапах работы ему постоянно необходимо заводить новые знакомства узнавать новые правила, привыкать к своему рабочему окружению, вникать в корпоративную культуры организации и изучать её этические нормы и правила. Не каждый работник справляется со всем этим быстро и безукоризненно. Для того чтобы человек чувствовал себя уверенно, был вовлечен в рабочий процесс и просто знал, чего от него хотят, руководящий состав организации должен считаться с процессом адаптации персонала.

На сегодняшний день существует огромное количество таких методов, это различные вводные лекции, инструктажи на рабочем месте, так же наставничество и ознакомление с корпоративной документацией. Наиболее эффективным методом является наставничество. Этот процесс заключается в том, что к новому работнику приставляют более опытного работника, который всячески помогает новичку максимально быстро войти в курс дела и начать эффективно выполнять поставленные для него задачи. Так же не стоит забывать, что это практически самый дешевый и простой в применение процесс адаптации.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Мурадова Н., Коновалова В.Г. Геймификация в адаптации персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №7. — С. 58.

2. Тихонов А.И., Чунина М.Е. Развитие системы наставничества как важный элемент адаптации персонала // Московский экономический журнал. — 2019 — №9. — С. 76

Формирование кадрового потенциала государственной гражданской службы

Дудинских А.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва
dudinskih.a@yandex.ru

На сегодняшний день компетентный и высококвалифицированный персонал в экономически развитых странах принято рассматривать как национальную ценность. Именно поэтому сегодня одной из основных и приоритетных задач политики государства является надлежащая подготовка новых и эффективное использование уже имеющихся высококвалифицированных кадров.

Изучение параметров формирования кадрового потенциала является одним из ключевых принципов успешной работы с программами реализации государственной кадровой политики. От качества человеческого государственной гражданской службы, его профессиональных и личностных качеств зависит состояние управленческой системы государства, а также результативность функционирования государственного аппарата страны, что является важнейшим звеном при решении всех стоящих на сегодняшний день перед обществом задач. Это связано с тем, что органы власти и управления, а именно находящиеся там на государственной гражданской службе кадры, принимают определенного рода решения, направленные в первую очередь на изменение и улучшение жизни российского общества, проводят связанные с принятыми решениями реформы, а также прямым образом воздействуют на ход их реализации, что в конечно итоге и определяет эффективность функционирования всех секторов экономики и социальной сферы.

Именно поэтому государству следует уделять особое внимание не только подготовке квалифицированных кадров, привлечения их к работе при параллельном формировании позитивного имиджа государственного служащего, но и сохранению уже существующего и обученного кадрового состава.

Основные процессы, которые происходят при организации государственной службы, подразделяются на процессы, отличающиеся объективным и субъективным характером. Субъективным фактором, влияющими на степень эффективности кадровой политики, является степень удовлетворения работников учреждения своей трудовой деятельностью.

Несмотря на то, что многочисленными опросами, которые регулярно проводятся отечественными социологами, в основном, отмечается высокий уровень удовлетворения работников, большей частью участников данных опросов параллельно указывается очень тяжелая и напряженная финансовая ситуация, а также отсутствие возможности карьерного роста, что в свою очередь является сильным демотивирующим фактором в первую очередь для молодых и квалифицированных кадров.

Высокое удовлетворение трудовой деятельностью объясняется исследователями восприятием в условиях экономического кризиса государственной службы многими служащими в качестве единственного стабильного и гарантированного источника доходов, но данный фактор далеко не для всех слоев персонала становится решающим. Все большее количество кадров, заработав на государственной службе достаточный опыт в решении рабочих задач и не получив должного по их мнению признанию успехов, переходят на работу в коммерческие структуры.

Именно поэтому на сегодняшний день основным направлением в кадровой политике государства на ряду с привлечением перспективного квалифицированного персонала и формированием позитивного имиджа государственной службы, должно стать эффективное использование этого персонала, работа над его мотивацией и заинтересованностью к продолжению работы на государственной службе.

Позитивных результатов можно достичь с помощью обучения и развития персонала не только посредством теоретического обучения, но при возможности дальнейшего практического применения полученных знаний в твоей трудовой деятельности, а также при

одновременном обеспечении карьерного роста и формировании прозрачной системы продвижения по службе.

Список литературы:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс. Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018
2. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли / Ставрополь, ЛОГОС. 2019.
3. Шемяков А.О., Тихонов А.И., Краев В.М. Профессиональная ориентация в системе подготовки инженерных кадров для авиационно-космической промышленности // Экономика и предпринимательство. 2018. № 10 (99). С. 818-821.

Стратегия развития кадровой политики АО «Московский научно-исследовательский институт «Агат»

Дума Е.К.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва
liza_duma@mail.ru

На сегодняшний день оборонный комплекс это один из наиболее высокотехнологичных секторов развития экономики. Он представляет собой системообразующую группу, которая охватывает несколько областей: авиационную, судостроительную, радиоэлектронный комплекс, ракетно-космическую отрасль и другие.

Согласно статистике, на предприятиях оборонно-промышленного комплекса заняты около 2 миллионов сотрудников по всей территории России.

АО «Московский научно-исследовательский институт «Агат» является одним из предприятий оборонного комплекса России. Основными направлениями исследований и разработок АО «Московский научно-исследовательский институт «Агат» являются разработка активных радиолокационных головок самонаведения для ракет класса «поверхность-воздух» и «воздух-воздух». В институте трудится более 700 человек, больше половины из которых моложе 50 лет.

Кадровая политика АО «Московский научно-исследовательский институт «Агат» ориентирована на сохранение и развитие кадрового потенциала, на обеспечение текущих и перспективных потребностей института, определяемых стратегией его развития, высокопрофессиональным мотивированным персоналом.

Основными направлениями кадровой политики института являются:

• Анализ потребности института в высококвалифицированных кадрах и поиск путей покрытия её удовлетворения.

• Внедрение инновационных методов подбора, адаптации и оценки.

• Совершенствование существующей системы развития персонала, организация комплекса мероприятий, ориентированных на профессиональный и личностный рост сотрудников.

• Создание кадрового резерва для повышения уровня преемственности знаний в институте, а также, увеличения лояльности сотрудников.

• Реализация и совершенствование действующей кадровой и социальной политики, в соответствии с миссией, целью и стратегией института.

Список литературы:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018
2. Просвирина Н.В. Кадровая политика организации как инструмент управления человеческими ресурсами // Московский экономический журнал. — 2019. — №12.
3. Официальный сайт АО «Московский научно-исследовательский институт «Агат» [Электронный ресурс]. URL: http://siagat.ru

Совершенствование организационно-технических условий деятельности предприятия

Евдокимов Д.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва
evdokimovdmit@yandex.ru

Например, в работе [1] представлен тезис об отсутствии общих научно-практических подходов к организации отечественных корпораций для решения программ новой индустриализации. Авторы [1] аргументируют свою позицию тем, что существующие теоретико-методологические положения по теории предприятия на основе актуального развития современных корпораций уже не в полной мере отражают реалии глобальной конкуренции и мировых трендов развития. «Создавая новое предприятие, инвесторы должны понимать, как оно будет конкурировать с западными корпорациями, у которых длинный путь эволюционного развития, огромный организационно-технологический опыт» [1]. Данное утверждение подразумевает не только необходимость современных отечественных предприятий к переосмыслению стремительно меняющейся технологической парадигмы в мире, но и к созданию такого теоретического аппарата, которой сможет выстроить верный вектор реализации будущих практических идей.

Внедрение или развитие информационных технологий необходимо для функционирования современного предприятия, так как ускоряет принятие управленческих решений и облегчает обработку данных, что обосновывается авторами [2]. Они утверждают, что информационные системы управления позволяют обеспечить полноценную рационализацию всех трудовых элементов, предметов и условий труда руководителя. В качестве обязательных условий функционирования современной компании приняты получение, фиксация, хранение, модификация и передача необходимых для обеспечения руководителя организации оперативной информацией по текущему состоянию, а также стратегическим планам и прогнозам результатов хозяйственной деятельности [2]. Данное утверждение с течением времени все более актуализируется. При увеличивающимся уровне производства, применением более сложных автоматизированных технологий, которые требуют человеческого контроля необходимо оперативно и с точностью принимать управленческие решения. Чем большее и быстрее информация обрабатывается и чем более комплексные технологии используются, тем эффективнее организационно-техническая деятельность.

Для поддержания должного функционального уровня предлагается прибегнуть к определенной методике совершенствования организационно-технический условий деятельности предприятия, которая включает 3 этапа.

1. Оценка состояния трудовых, производственных (технологических и технических) и организационных факторов предприятия.

На данном этапе проясняется, для чего необходимо сформулировать и внедрить показатели, характеризующие организационно-технический уровень, уровень развития техники, технологии, организации производства, степенью инновационности технологических процессов, качества выпускаемой продукции и так далее [3]. После чего следует определить наиболее важные, то есть влияющие на конкурентоспособность организации в целом.

2. Выявление уязвимых сторон в деятельности предприятия, разработка мер по их защите с аргументацией в пользу проведения совершенствования имеющихся условий.

На данном этапе должна учитываться специфика рассматриваемого предприятия, анализ организационных, трудовых и технических факторов. В исследовании следует придерживаться теоретических аспектов по каждому из вышеперечисленных факторов, используя уже известные методологии.

3. Составление комплекса мероприятий или проекта совершенствования организационно-технических условий деятельности предприятия на основе полученных данных.

Обязательным условием является мониторинг выполнения выбранных мероприятий с целью подтверждения их адекватности и эффективности.

Подобная методика может быть полезна для предприятий, которые:

1) решают провести диверсификацию производства;

2) хотят улучшить/внедрить новые технологии для работы с производственным потенциалом;

3) ищут новые решения для будущего компании.

Список литературы:

1. Межов И.С., Любитская В.А. Опыт современных западных корпораций — основа модернизации Российской промышленности // Журнал «Экономика Профессия Бизнес». — 2017.

2. Верблюдова Е.С., Бабаянц А.Е. Организация труда руководителя в условиях внедрения цифровой экономики // Научный журнал. — 2018.

3. Баженов Г.Е., Семакина Г.А. Организационно-технический уровень предприятия как источник достижения конкурентных преимуществ // Вестник Томского государственного университета. — 2011.

Развитие стратегии кадрового агентства АО «Летно-исследовательский институт им. М.М. Громова»

Ениватова А.Ю.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.

МАИ, Москва

a_enivatova@mail.ru

Одним из важнейших направлений работы службы управления персоналом является покрытие потребности организации в персонале. Авиационно-космическая отрасль всегда нуждается в специалистах, предприятию АО "ЛИИ им. М.М. Громова" не хватает высококвалифицированных инженеров, руководителей Научно-исследовательских отделений, авиационного персонала и так далее.

Реализация целей предприятия зависит от кадров. Необходимо понять насколько реально выполнить цели компании при имеющихся человеческих ресурсах, связать стратегию управления персоналом с основными задачами организации.

В основные направления деятельности «ЛИИ им. М.М. Громова» входят:

• Разработка технологий летных исследований в интересах создания научно-технического задела;

• Выполнение работ по участию в создании новой авиационной техники;

• Реконструкция и перевооружение летно-исследовательской базы;

• Обеспечение летно-испытательной и летной работы на аэродроме;

• Обучение и повышение квалификации в ШЛИ лётчиков-испытателей и других специалистов;

• Повышение эффективности деятельности Общества.

В таком случае, приоритетной задачей стратегии отдела кадров будет создание наиболее благоприятных условий для развития сотрудников, осуществление целенаправленной деятельности по формированию кадрового потенциала. Туда же можно отнести совершенствование системы адаптации и служебно-профессионального продвижения. Ведь, зачастую, специалисты работая в одной категории, обладая необходимыми квалификационными требованиями, довольно долго не получают продвижения по карьерной лестнице.

Предприятие активно занимается развитием персонала, а именно, подготовкой и аттестацией специалистов экспериментальной и гражданской авиации. Также на 2020 год было выделено для текущих и потенциальных сотрудников 21 целевое место в ведущих московских высших учебных заведениях.

Таким образом, кадровая стратегия организации должна поддерживать конкурентоспособность организации, её эффективное функционирование и обеспечивать выявление основных возможностей персонала к развитию, самовыражению, достижению целей.

Список литературы:
1. Желтенков А.В., Тихонов А.И., Гришин Д.В. Построение эффективной системы управления персоналом авиастроительных предприятий с использованием системы мотивации обучения и трудоустройства выпускников учебных заведений // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2016. № 4. С. 70-78
2. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли / Ставрополь, ЛОГОС. 2019.
3. Семина А.П., Федотова М.А., Тихонов А.И. Обучение персонала в современных компаниях: проблемы и новые направления // Московский экономический журнал. 2016. № 3. С. 33.

Современные методы подбора персонала организации

Ермолаева К.Р.
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
МАИ, Москва
milka1508@mail.ru

В последнее время компании, внедряющие эффективные корпоративные системы управления персоналом, стали мировыми лидерами. Персонал считается одним из важнейших ресурсов компании. По этой причине совершенствование системы управления персоналом является важным шагом на пути повышения конкурентоспособности компании.

При найме новых сотрудников эффективность компании должна только расти, а не оставаться на прежнем месте или снижаться.

Основными технологиями, используемыми в современной практике, являются рекрутинг, хедхантинг и скрининг. Вакансии более низкого уровня закрываются скринингом, специалисты среднего уровня отбираются рекрутингом, а топ-менеджеры и высококвалифицированные специалисты отбираются хедхантингом.

Когда возникает потребность в сотрудниках обычных профессий, таких как секретарь, рядовой исполнитель, агент, используется рекрутинг. Чаще всего это процесс описания и размещения вакансий на сайтах поиска работы. Рекрутер фокусируется на кандидатах, которые ищут работу.

Для поиска кандидатов на должности топ-менеджеров, а также ключевых и редких сотрудников-как по специальности, так и по уровню профессионализма, разработан такой метод, как Headhunting – переманивание конкретного специалиста, как правило, высокопрофессионального, из одной компании в другую.

Когда необходимо отобрать кандидатов по формальным параметрам, менеджер по подбору персонала использует скрининг. Этот метод позволяет быстро закрыть вакансии, например: секретарей, менеджеров по продажам, бухгалтеров, консультантов по продажам, водителей. Это создает достаточно большой поток кандидатов, как правило, мотивация, личностные качества и другие психологические характеристики не изучаются в ходе отбора.

Подбор персонала является одной из важнейших функций управления персоналом. Именно продуманный и научно обоснованный подход к осуществлению кадрового отбора обеспечивает высокую эффективность работы организации.

Список литературы:
1. Тихонов А.И., Федотова М.А., Чекан А.А. Проблемы и особенности автоматизации подбора персонала // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 29.
2. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018
3. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.
4. Смирнова Т.С. Новиков С.В. Социальная ответственность, как важная компетенция выпускника технического вуза //Социология образования» — 2018. — № 5 — С. 21-27

Система грейдов как инструмент материальной мотивации сотрудников

Жирнова Л.Н.
Научный руководитель — Акимов А.А.
МАИ, Москва
zhirnovalida98@gmail.com

В настоящее время одним из основных элементов управления персоналом являются методы мотивации и стимулирования труда сотрудников. Профессор Кибанов А.Я. выдвигал следующие требования к организации стимулирования труда: комплексность, дифференцированность, гибкость и оперативность.

На данный момент наиболее распространённой частью мотивации сотрудников является материальная составляющая, а именно, материально-денежное стимулирование. Как правило, материальная часть оплаты труда включает в себя фиксированную и переменную часть выплат, а также является наиболее универсальной системой, которая применима для всех категорий работников.

Эффективная система материальной мотивации сотрудников должна базироваться на следующих принципах:

- Открытость;
- Объективность;
- Реальность достижения;
- Соблюдение баланса между поощрениями и наказаниями;
- Гласность;
- Единство целей;
- Сочетание материальных и моральных стимулов.

Сложно не согласиться, что на сегодняшний день отсутствие понятной и прозрачной системы оценки стоимости труда в организации – это не только причина межличностных конфликтов, но один из главных моментов, мешающих повысить эффективность работы предприятия в целом и персонала в частности.

На данный момент в России наиболее распространённый метод расчета заработной платы в организациях – это единая тарифная сетка. Но он не идеален, при такой системе начисления оплаты труда практически не учитывается качество выполненной работы, во внимание принимаются только количественные показатели (выработка, часы, рабочие дни) и характеристики сотрудника (квалификация, должность).

На данный момент существует более справедливая система с четкой структурой, которая учитывает интересы и работодателя, и работника – это система грейдов.

Механизм грейдирования – это процесс ранжирования всех должностей с точки зрения их важности для компании. То есть, формируется иерархическая структура, но не вертикальная, а горизонтальная. В рамках одной должности можно повышать квалификацию, расти и получать большую оплату.

Грейдирование имеет сходство с тарифной системой, которую применяли в СССР. Так же, как и тарифно-разрядная сетка, грейды имеют иерархическую структуру должностей, где оклады построены по нарастающему принципу. Основным отличием системы грейдов является дифференцирование должностей не с точки зрения сложности работ и квалификации сотрудников, а на основе балльно-факторного метода и матрично-математических моделей с учётом множества факторов.

В России система грейдов появилась в начале 2000-х годов. На данный момент этот метод материальной мотивации внедрен в таких крупных компаниях как Сбербанк, Росатом, Роснефть, Сухой и прочие.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли / Ставрополь, ЛОГОС. 2019.

2. Тихонов А.И. Современные методы оценки персонала в компаниях на российском рынке // Финансовая экономика. — 2019. — №12.
3. Кибанов, А.Я. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности. Учебник / А.Я. Кибанов, И.А. Баткаева, Е.А. Митрофанова, М.В. Ловчева / Под. ред. А.Я. Кибанова. – М.: ИНФРА-М, 2010.

Обзор современных методов оценки в подборе персонала

Затолокина А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
Zatolokina-a@mail.ru

Развитие сферы HR не стоит на месте и каждый год появляются новые технологии и методы управления трудовыми ресурсами компаний. Они совершенствуются, приобретают новую форму и видение. В целом все нововведения связаны с автоматизацией и цифровизацией бизнес-процессов. На сегодняшний день то, что раньше являлось рутинной долгой работой можно выполнить, условно говоря, в два клика и сотрудники с более монотонных и обыденных задач могут больше времени уделять творческим, осуществляя отдельные процессы менее затратно по времени и бюджету.

Оценка персонала используется в большинстве направлений HR: кадровое планирование; подбор персонала; обучение персонала; анализ работы персонала; развитие персонала и система материального стимулирования.

Новейшими технологиями, трендами с 2018 года являются геймификация, аналитика социальных сетей, оценка вовлеченности и обратная связь и Big Data [2]. Практически каждое из этих нововведений применяется во всех перечисленных выше областях использования оценки персонала. Остановлюсь поподробнее на методах оценки, используемых при подборе.

Один из самых актуальных и распространённых трендов сегодняшнего дня — геймификация. Она применяется для разбавления рутинных процессов, делая определенный вид деятельности наиболее креативным и творческим. Геймификация действительна актуальна для оценки подбора персонала и имеет практическое применение. Данный метод увеличивает эффективность и уменьшает текучку кадров, поскольку до последнего этапа доходят те, кому действительна интересна и посильна работа на данной должности. Также во многих играх предполагается поэтапное изучение специфики бизнес-процессов компании, поэтому сотрудник приходит на должность частично осведомленный в дела и миссию организации.

Ещё одним трендом в оценке персонала является аналитика профилей в социальных сетях. На сегодняшний день практически у каждого есть страничка в социальных сетях ВКонтакте, инстаграм, Facebook и т. д. Благодаря активности в социальных сетях сотрудник отдела персонала может выяснить достаточно важную и нужную информацию о сотруднике. Однако специалисты рекрутинговой компании Antal Russia выяснили, что из 47% работодателей, которые хотя бы иногда проверяют страницы соискателей в социальных сетях 16% не умеют правильно распорядиться этими данными.

Так что же может узнать работодатель, опираясь на данные из соц. сетей?

• Подверженность манипуляциям. Если у человека есть какие-либо зависимости или пристрастия, им можно управлять.

• Социальность. Можно определить то, на сколько человек следует декларируемым моделям поведения. Это выражается прежде всего в стремлении к социально желательным формам отношений – построению семьи, заботе о детях, любви к своей стране, симпатиях к друзьям.

• Умение хранить тайну. Если человек открыто выкладывает информацию с прошлых мест работы, то, очевидно, он небрежно относится к коммерческой тайне и свои обязательства перед работодателем.

Ещё одним новшеством, которое всё больше набирает обороты и пользуется актуальностью среди компаний, является Big Data. Согласно исследованию аудиторской компании KPMG, Big Data используются примерно в 60% HR-департаментов различных организаций по всему миру.

Почему HR задумался о Big Data? Если в компании большое количество сотрудников, несколько HR-систем и множество неструктурированных данных, которые нужно визуализировать, интерпретировать и проанализировать, внедрение Big Data, скорей всего, будет актуально. Эти технологии позволят осуществить комплексный сбор и всесторонний анализ человеческого капитала с учетом общей эффективности бизнеса и отдельных направлений деятельности предприятия.

Таким образом, благодаря Big Data можно осуществлять аналитику каналов привлечения персонала: корпоративного сайта, рекрутинговых площадок, устных рекомендаций – анализ их результативности, сравнительной скорости развития и потенциала; и в поиске сотрудников проводить анализ и подбор наилучших кандидатов в большом объеме неструктурированных данных (профили в социальных сетях, фотографии, комментарии, отзывы с предыдущих мест работы и т.д.).

Элементы организационной культуры

Захаров А.А.
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
МАИ, Москва
dron1437356@mail.ru

Как и любая компания, корпоративная культура может иметь разный уровень и развития. В этом смысле, наверное, не стоит искать брешь и «чинить» атмосферу в организации. Скорее более важно определить опорные точки, понять, на чем держится внутренняя коммуникация в компании, и обнаружить принципы дальнейшего развития корпоративной среды [14].

Далее рассмотрим элементы организационной культуры. Элемент — это важная составная часть. Состав и количество элементов организационной культуры организации зависит от подхода исследователя.

Основные элементы корпоративной культуры организации, следующие:

• Символ. Может быть выражен в объекте, действии или событии и обязательно должен нести для окружающих определенную смысловую нагрузку. С помощью символов до людей доводятся ценности, которыми гордится компания. Примеров тут множество. Так, президент «Centennial Medical Center» Билл Арнольд дверь своего офиса велел прикрепить к потолку в холле. Таким способом была выражена политика «открытых дверей» компании. В «MasterBrand Industries» снесли перегородки между отделами – чтобы сотрудники учились работать в команде.

• Предания. Известные всем сотрудникам истории, происходившие в стенах компании, – зачастую преувеличенные, но основанные на реальных событиях. Часто с их помощью в опосредованной форме выражаются ценности корпоративной культуры организации.

• Герой. Человек, являющийся олицетворением самой корпоративной культуры. Сотрудник, дела которого приравниваются буквально к подвигам, а равняться на него стремится едва ли не каждый в компании. Чаще всего речь идет о легендарных персонажах, но встречаются и реальные фигуры подобного масштаба. Впрочем, поступки такого героя не настолько уникальны, чтобы при желании их нельзя было повторить. Если

корпоративная культура в организации развита в достаточной степени, то определенные достижения того или иного человека служат основой для возникновения подобного «культа личности» в хорошем смысле этого слова. Подобные мифы не дают снижаться корпоративным ценностям.

• Девиз. Иначе его называют слоганом или лозунгом. В короткой фразе описывается главная ценность корпоративной культуры. К примеру, в Sequins International, компании 4/5 сотрудников которой состоят из латиноамериканцев, лозунгом выбрана фраза У. Эдварса

Дьюинга: «Не надо угождать боссу; ублажайте покупателей». Она украшает карман пиджака каждого сотрудника фирмы.

• Корпоративные церемонии и ценности. Мероприятия для работников фирмы, проводящиеся по определенному плану. С помощью таких собраний в людях укрепляется вера в корпоративные ценности, коллектив работников сплачивается. На подобных встречах чествуют героев компании, приводятся яркие примеры служения фирме.

Список литературы:

1. Королева Е.А., Семина А.П. Управление деловой карьерой как метод развития персонала в организации аэрокосмической отрасли // Московский экономический журнал. — 2019. — №3. — С. 22.

2. Бахтина А.Г., Семина А.П. Использование профессиональных стандартов на предприятиях аэрокосмической промышленности: опыт и перспективы // Московский экономический журнал. — 2019. — №3. — С. 36.

3. Кузьминский А.Е., Михайлов А.А., Смирнова Т.С. Проблема профессионального стресса работников производственных предприятий // Московский экономический журнал. — 2019. — №8. — С. 17.

Проблемы кадрового обеспечения предприятий авиационно-космической отрасли

Зверева В.А., Шпакова А.П.
Научный руководитель — к.э.н. Просвирина Н.В.
МАИ, Москва
zverewa.vika@mail.ru

Предприятия авиационной и космической промышленности часто сталкиваются с проблемой кадрового обеспечения. Одной из важнейших составляющих в кадровом обеспечении данной отрасли является рекрутирование молодых и очень талантливых специалистов на предприятие путем переподготовки кадров и повышения квалификации. В данный момент в кадровом обеспечении сложилась непростая ситуация, когда юных специалистов достаточно мало.

Такая ситуация в отрасли складывается не из-за нехватки молодых работников, а из-за нехватки у них достаточного опыта в авиационно-космической промышленности. Доля молодых сотрудников наиболее продуктивного возраста (до 35 лет) на производстве, которые находятся в более благоприятных условиях, не превышает социологического порога, необходимого для передачи опыта и знаний старшего поколения работников. Также у молодого поколения нет большой мотивации к трудовой деятельности. Именно поэтому возникают такие проблемы в данной отрасли.

В связи с этим в кадровом обеспечении авиационно-космической отрасли нужно решить ряд определенных задач:

• Привлечь на производство молодых работников;
• Сделать условия для привлечения способной молодежи;
• Наладить более тесное взаимодействие с различными вузами;
• Разработать эффективную систему мотивации труда;
• Оптимизировать корпоративную культуру предприятия.

В настоящее время добиться успеха могут предприятия, которые удачно смогут поменять методы своей кадровой работы, пересмотреть приоритеты в кадровом развитии.

Таким образом, для привлечения и удержания молодых специалистов в авиационно-космической отрасли нужно создать необходимые условия, обеспечив карьерный рост и конкурентоспособную заработную плату.

Список литературы:

1. Просвирина Н.В., Тихонов А.И. Интегрированный подход в подготовке и развитии персонала на предприятиях авиационной отрасли // Финансовая экономика. 2018. № 7. С. 202-205.

2. Просвирина Н.В. Кадровая политика организации как инструмент управления человеческими ресурсами // Московский экономический журнал. — 2019. — №12.
3. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения // СТИН. 2017. № 12. С. 6-8.

Совершенствование системы мотивации труда персонала компании

Зюзина М.С.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
zyuzina.95@list.ru

Основной задачей компаний, действующих в сфере здравоохранения, является повышение качества оказываемых медицинских услуг. В свою очередь, качество предоставляемых населению услуг зависит, прежде всего, от кадрового состава, способного оперативно решать поставленные перед ним задачи, уровня его профессионализма и мотивированности.

В качестве базовой организации выступила ООО «АВС-медицина».

В ходе проведенного исследования были выявлены следующие проблемы мотивации и стимулирования труда работников базовой организации:

– проблема обучения и развития;
– отсутствие мотивации у сотрудников;
– неэффективное взаимодействие сотрудников в одном подразделении;
– периодами в организации здравоохранения наблюдается высокая текучесть кадров.

С целью совершенствования системы мотивации труда персонала клиники «АВС-медицина» были предложены следующие рекомендации:

1. Улучшение системы обучения и развития персонала – совершенствование концепции непрерывного обучения (самоподготовка, профессиональное обучение, переподготовка и т. д.).
2. Четкое определение зон ответственности медицинского персонала.
3. Определение и внедрение ключевых показателей эффективности медицинского персонала.
4. Корректировка материального и нематериального стимулирования с учетом разработанных ключевых показателей эффективности.

Разработанные мероприятия позволят решить ряд проблем, связанных с кадровым обеспечением клиники «АВС-медицина» на долгосрочную перспективу. Реализация предложенных рекомендаций по совершенствованию управления персоналом базовой организации будет способствовать повышению качества медицинских услуг, квалифицированному и своевременному принятию управленческих решений, удовлетворенности со стороны пациента.

Список литературы:

1. Гасников, В.К. Современные проблемы развития информатизации управления здравоохранением региона [Текст] / В.К. Гасников // Интеллектуальные системы в производстве. – 2017. – №2. – С. 91-96.
2. Губарев Р. В. Анализ современных теорий мотивации и стимулирования труда // Вестник УГАЭС. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2014. № 1 (7).
3. Тихонов А.И., Воронцова Ю.В., Михайлов А.А., Федотова М.А. Экономика труда на предприятиях авиационной и ракетно-космической промышленности: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 135 с.
4. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

Перспективы развития новых концепций рабочих мест на предприятиях аэрокосмического комплекса

Казанцева А.А.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва
linadj@bk.ru

Рабочее место — это зона нахождения работника и средств труда, которое контролируется работодателем и определяется на основе технических и эргономических нормативов, оснащается техническими и прочими средствами, необходимыми для исполнения работником поставленной перед ним задачи. Рабочее место на предприятиях аэрокосмического комплекса в условиях наукоемкого производства должно быть высоко организованным и безопасным для работника.

В традиционном понимании рабочее место, за которым человек проводит рабочий день (8 часов), представляет собой офис с личным стационарным местом. При этом сотрудник не может поменять окружающую обстановку и всё что с ней связано. Замечено, что рабочие теряют порядка 1,5 часов каждый день из-за отвлекающих факторов, в особенности из-за повышенного уровня шума и нерабочего поведения, к которому можно отнести частые перерывы в работе на необоснованный отдых. В результате страдает компания, т.к. производительность труда падает, и снижается мотивация персонала.

В силу этого, в настоящее время становится всё более популярной концепция Activity-based working (функционально ориентированный офис). Она предполагает исчезновение стационарных мест. Работник вправе заниматься трудовой деятельностью там, где ему удобно и комфортно, и где он достигает продуктивных результатов. На смену привычным офисным кабинетам и конференц-залам приходит деление рабочего места на зоны различной интенсивности. Высокая наблюдается в переговорных и индивидуальных комнатах с повышенной звукоизоляцией для сосредоточенной работы, требующей повышенного внимания; средняя — в зонах отдыха, open space пространствах и местах для совместной работы. Несмотря на отсутствие индивидуального рабочего места, данная концепция может удовлетворить запросы всех трудящихся и сделать пребывание на рабочем месте комфортным и продуктивным.

Подход ABW основан на оценке эффективности за счет результатов работы, а не на рабочих процессах. Поколение Y и Z ценят гибкость, мобильность и инновационность. Для новых поколений рабочее место становится стратегическим инструментом. Ими движет не только желание заработать, но и стремление самореализоваться, проявить и развить свои таланты и навыки. Однако у части сотрудников могут возникнуть трудности с адаптацией на рабочем месте: они могут столкнуться с проблемами по поиску и настройке места работы, возможно будет затруднительно общаться с коллегами и т.д.

Очевидно, что на предприятиях авиакосмического комплекса данная концепция применима только к определенной части персонала. Не все специальности предполагают уничтожение индивидуального рабочего места, но производительность даже части сотрудников, перешедших на такой режим работы, может значительно повыситься. Поэтому следует трезво оценивать как возможности компании, так и необходимость перехода на новые концепции рабочих мест.

Список литературы:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс. Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018
2. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли // Учебное пособие / Москва, 2017.
3. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли / Ставрополь, ЛОГОС. 2019.

HR-аналитика как инструмент развития системы управления персоналом на предприятиях аэрокосмической отрасли

Камочкина Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
kamochkina00@bk.ru

HR-аналитика, также её называют аналитикой талантов – дисциплина, которая возникла как небольшое техническое ответвление бизнес-аналитики, теперь является самостоятельной. Современные организации перестраивают свои группы технической аналитики для создания корпоративных цифровых аналитических инструментов и решений. Эти новые решения, независимо от того, разработаны они внутри или встроены в сторонние цифровые решения, позволяют организациям глубже понять проблемы и сделать действенные выводы для бизнеса.

Определение целей и задач HR-аналитики является важнейшим этапом в процессе развертывания новой HR-системы, причем эти цели должны согласовываться с общей стратегией компании и особенностями её внутренней и внешней среды.

Учитывая специфику аэрокосмической отрасли, а именно низкий уровень производительности труда, высокую трудоемкость работ, высокие требования к специалистам необходим комплексный подход к совершенствованию системы управления персоналом с целью увеличения эффективности персонала всех уровней, организации, процессов, методов и инструментов воздействия.

В рамках системы управления персоналом на аэрокосмических предприятиях ввиду большого объема человеческих ресурсов будет иметь смысл концепция, которая охватит все существующие и перспективные HR-практики:

- Поиск, подбор и предоставление персонала;
- Учетные функции;
- Оценка персонала;
- Образование, обучение и развитие;
- Система вознаграждений;
- HR-маркетинг.

Метрики, используемые в HR-аналитике, охватывают все сферы управления персоналом, и для предприятий авиационной и космической промышленности полезными могут быть те, которые уже принесли результат в виде обоснованных выводов и отчетов для принятия управленческих решений в российских и зарубежных компаниях. Среди базовых показателей для анализа можно выделить следующие HR-метрики: текучесть персонала (минимальный и максимальный уровни, в разбивке по причинам текучести и группам работников); подбор персонала (скорость и стоимость заполнения вакансий, влияние инструментов и источников привлечения на потенциал и эффективность работников); выявление потребностей в развитии сотрудников по отделам; планирование численности; анализ факторов, коррелирующих с высокой эффективностью сотрудников; производительность труда.

Таким образом, несмотря на то что HR-аналитика – это молодая область знаний, техники и методы которой ещё предстоит проверить бизнес-практике, она может стать действенным инструментом для решения проблем и пересмотра подходов для совершенствования системы управления персоналом аэрокосмических предприятий.

Список литературы:

1. Баскина Т.В. Твоя карьера и кадровая индустрия / Москва: Эксмо, 2018. – 408 с.
2. Hr-аналитика: пересмотр направления. Глава восьмая из отчета deloitte 2017 [Электронный ресурс] https://www.talent-management.com.ua/3311-hr-analitika-peresmotr-napravleniya-glava-otcheta-deloitte-2017/
3. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли. — М.: Доброе слово, 2017. — 120 с.
4. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения // СТИН. 2017. No 12. С. 6-8.

Взаимосвязь управления персоналом и устойчивого развития

Камышников И.Н.
Университет Мачераты, Италия
ivannyc14@icloud.com

Устойчивое развитие, которое включает в себя сочетание социально-экономических аспектов с окружающей средой, является темой, которая все чаще обсуждается на международном уровне, особенно в условиях нынешнего кризиса, который поднимает на первый план вопросы, связанные не только о значении и функциональности этой концепции, но и о будущем человечества, поскольку оно зависит от природного капитала и того значения, которое люди придают ему. Экспоненциальный рост экономики и производства оказывает разрушительное воздействие на окружающую среду и биологические ресурсы мира. В то же время наблюдается весьма ограниченные социальные действиях, направленные на предотвращение природной и мировой катастрофы. В последние время можно наблюдать увеличивающиеся внимание на стороны компаний и различный организаций на социальную ответственность и устойчивые результаты деятельности, организации ставят перед собой новые цели, помимо получения финансовой прибыли, такие как приверженность социальным и экологическим стандартам деятельности и развития.

В 2015 году Генеральная Ассамблея ООН представила «Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», состоящую из 17 целей в области устойчивого развития (ЦУР) и 169 задач. 17 целей объединены и включены в три измерения устойчивого развития: экономическое, социальное и экологическое. Они основаны на пяти основных составляющих: «люди, планета, процветание, мир и партнерство». Что касается «людей» и «процветания», цель ЦУР состоит в том, чтобы приспособиться к соответствующим реалиям и создать конкретные условия, которые способствуют развитию устойчивого экономического роста, эффективному распределению ресурсов, коллективному процветанию и достойной рабочей среде.

Управление персоналом и ЦУР взаимосвязаны через общий компонент человеческого фактора, поскольку отношение людей, их поведение и потребление ресурсов напрямую влияют на социальные и экологические практики. Осведомленность об окружающей среде началась с развития «зеленого движения», которое активно участвовало в пропаганде экологических ценностей, в то время в рамках концепции и методов устойчивого управления, было создано устойчивое управление человеческими ресурсами (SHRM). Таким образом, цель SHRM состоит в том, чтобы достичь целей организации, одновременно соблюдая баланс между ростом бизнеса и сохранением экологических ресурсов. Можно идентифицировать ряд взаимосвязанных задач в области управления персоналом, которые были включены фирмами для продвижения устойчивого развития. Эти функции подразделяются на две категории: операционные и управленческие. Операционная ответственность состоит из стратегического процесса, включающего разработку политики, планирование, реализацию, аудит, коррекцию действий и оценку эффективности. Что касается управленческой роли, HRM должен заручиться поддержкой высшего руководства, расширить возможности сотрудников, обеспечить непрерывное обучение, внедрить эффективную систему вознаграждения и построить межфункциональную командную работу.

Конкурентоспособность, законность и экологическая ответственность являются мотивами, лежащими в основе организационных изменений.

Эта трансформация описывается как сдвиг парадигмы в сторону «зеленого» управления и метаморфозы, порождающие двойные цели на социальном и финансовом уровнях.

Улучшение характеристик космических аппаратов дистанционного зондирования Земли как основа создания конкурентоспособных сервисов

Каплун Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Юдин А.В.
РУДН, Москва
semina.anastasya@gmail.com

В настоящее время ДЗЗ осуществляется фотоэлектронными устройствами, установленными на спутниках, космических кораблях, самолётах и иных аэрокосмических аппаратах и наземных платформах, однако одним из наиболее распространенных типов устройств ДЗЗ являются спутники дистанционного зондирования Земли. Такие спутники могут наблюдать всю поверхность земного шара или её конкретную её часть в течение определенного периода времени. Как правило, на спутниках ДЗЗ устанавливаются пленочные и цифровые камеры, системы обнаружения света и определения дальности (LiDAR), системы радаров с синтезированной аппаратурой (SAR), а также мультиспектральные и гиперспектральные сканеры.

На ранней стадии развития наблюдения из космического пространства применялись такие традиционные устройства съемки, как пленочные камеры, телевизионные камеры с обратным лучом (RBV) и оптические сканнеры. Полученные с этих устройств изображения были цветными и черно-белыми изображениями поверхности Земли и облачного слоя, охватывающими видимый свет и инфракрасный диапазон. Однако запуск спутника Landsat-1, оснащенного мультиспектральным сканером (MSS), позволил передавать массивы данных в виде цифровых последовательностей, что стало значительным шагом в развитии технологий ДЗЗ.

В настоящее время существует несколько типов датчиков наблюдения за поверхностью Земли:

• Фотографические датчики, работающие аналогично цифровой камере;

• Сканирующие датчики, захватывающие двухмерные изображения путем последовательного сканирования земной поверхности;

• Датчики радиолокационного изображения, излучающие электромагнитные волны.

Отметим, что большинство современных спутников наблюдения за поверхностью Земли оснащены системами SAR, позволяющими получать снимки высокой точности. Исходя из анализа данных об основных характеристиках КА ДЗЗ [4-8], можно сделать вывод, что современные спутники, по сравнению с первыми метеоспутниками, обладают значительно меньшей массой, а также более продолжительным сроком службы и большей скоростью передачи информации. Таким образом, улучшение характеристик космических аппаратов ДЗЗ занимает значительную роль, поскольку позволяет получать все более точную информацию и принимать на основании нее гораздо более эффективные с экономической точки зрения решения.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 19-010-00781а «Методология построения и практического использования программно-аналитических сервисов для решения конкретных экономических задач».

Список литературы:

1. Guo H. China’s Earth observing satellites for building a digital Earth // International Journal of Digital Earth. 2012. № 5. P. 185-188.

2. Guo H., Dou C., Zhang X. et al. Earth observation from the manned low Earth orbit platforms // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2016. № 115. P. 103-118.

3. Guo H., Liu G., Ding Y. Moon-based Earth observation: scientific concept and potential application // International Journal of Digital Earth. 2018. № 11 (6). P. 546-557.

4. Космический аппарат типа «Канопус-В». Электронный ресурс. – [Режим доступа]: https://russianspacesystems.ru/bussines/dzz/orbitalnaya-gruppirovka-ka-dzz/kanopus-v/.

5. Электро (космический аппарат). Электронный ресурс. – [Режим доступа]: https://ru.wikipedia.org/wiki/Электро_(космический_аппарат).

6. Космический аппарат «Электро-Л» №2. Электронный ресурс. – [Режим доступа]: https://planet.iitp.ru/spacecraft/electro_2_rus.htm.
7. Электро-Л. Электронный ресурс. – [Режим доступа]: https://ru.wikipedia.org/wiki/Электро-Л.
8. Космос-122. Электронный ресурс. – [Режим доступа]: https://ru.wikipedia.org/wiki/Космос-122.

Сущность промышленно-образовательного кластера и организации его эффективной работы на примере ПАО «Компания «Сухой»

Карепина В.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
kara.valerya@yandex.ru

В современных экономических условиях эффективность работы организации напрямую зависит от уровня профессионализма и интеллектуального потенциала персонала. Одна из самых серьезных проблем технической отрасли состоит в дефиците квалифицированных специалистов. На это оказали влияние некоторые тенденции. Ввиду того, что деятельность предприятий технической отрасли претерпевает частые изменения и внедрение различных инновационных решений в деятельность. Образовательной системе трудно учитывать их все и незамедлительно отвечать на них. Поэтому выпускник, посвятивший годы обучению, придя на промышленную площадку, должен получить дополнительную подготовку на производстве, а также пройди адаптационный период.

Проблема дефицита квалифицированного персонала в промышленной отрасли является высоко значимой, поскольку на предприятиях важно, как наличие многозадачных и исполнительных сотрудников, так и специалистов, способных разрабатывать и реализовывать проекты актуальные для конкретного работодателя.

Промышленно-образовательный кластер является одним из видов образовательного кластера и в наиболее общем смысле определяется как объединение образовательных учреждений и предприятий с целью повышения качества образования и трудоустройства выпускников, а также максимального приближения образования к нуждам производства. Анализ локальных нормативных актов предприятия и кадровых отчетов показал, что в работе по реализации такого рода взаимодействия работодателя и образовательных учреждений существуют следующие проблемы:

1. Необходимо внесение поправок в содержание некоторых локальных нормативных актов, регулирующих работу промышленно-образовательного кластера. Так Положение «Об организации прохождения практики, стажировки студентами и учащимися средних и высших профессиональных учебных заведений» не претерпевало изменений длительный период и уже не отвечает современным потребностям.

2. Недостаточная проработка системы наставничества приводит к демотивации студентов. Многие работники не осознают ответственность и значимость работы с молодыми специалистами и со студентами учебных образовательных заведений.

3. Недостаточная подготовка студентов к практической реализации навыков на практике/стажировке и после окончания учебных заведений.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Чунина М.Е. Развитие системы наставничества как важный элемент адаптации персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — No9. — С. 76.

2. Семина А.П., Гладкая К.В. Использование информационно- коммуникационных и виртуальных технологий в обучении персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — No11. — С. 69.

3. Тихонов А.И., Мурадова Н., Коновалова В.Г. Геймификация в адаптации персонала //Московский экономический журнал. — 2019. — No7. — С. 58.

Возможности IT в автоматизации HR-процессов

Козикова П.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
P.kozikova@mail.ru

Всеобщая информатизация, избавление от рутинных операций, потребность в увеличении скорости управления бизнес-процессами, необходимость оперативно получать информацию и использовать её для принятия решений, создает невероятную область для автоматизации процессов в HR. Если рассматривать условие, что HR, в настоящее время, трансформируется из статуса исключительно поддерживающего бизнес-процесса в стратегический уровень управления предприятием, то наличие рутинных, не автоматизированных процессов, явление достаточно странное, и более того убыточное.

К базовым автоматизируемым HR-процессам относятся:

1. кадровый учёт и администрирование;
2. компенсации и льготы;
3. учёт рабочего времени;
4. HR- аналитика;
5. рекрутмент;
6. адаптация;
7. обучение;
8. развитие;
9. внутренние коммуникации.

Автоматизация вышеперечисленных бизнес-процессов в HR – это только первый шаг в создании единой базы данных, на основе которой можно строить стратегическое управление предприятием. На предприятиях, шагающих в ногу с эпохой Digital, уже модернизируются не типичные функции и используются новые технологии. В качестве примера функции, можно рассмотреть геймификацию HR-процессов, широко применимая технология – от обучения и развития, адаптации, до мотивации и оценки.

Тенденция в этой области достаточна очевидна – перенос функции из корпоративных порталов в мобильные приложения. То есть, возможно, в ближайшем будущем, для заказа справки или чтения специализированной литературы повсеместно будут использовать корпоративные приложения.

Тенденции в области HR-автоматизации:

• Формирование единой базы данных;

• Использование систем легко интегрирующихся с другими системами;

• Доступность на любых устройствах;

• Функционирование в соответствии с российским законодательством;

• Автоматизация всех стандартных механических операций;

• В рамках концепта HR маркетинга происходит трансформация программного обеспечения — повышение комфорта при использовании для сотрудника в первую очередь;

• Развитие HR-аналитики, предполагается не просто анализ текучести, численности и затрат, то есть стандартных количественных метрик, но подкрепление их финансовыми инструментами, статистикой и математическими знаниями, которые позволят оценивать и качественные метрики;

• Роботизация и искусственный интеллект, технологии уже используются в подборе персонала, а также появляются первые предприятия, использующие чат-ботов в функции кадрового делопроизводства.

• Перевод HR функций в общие центры обслуживания.

Современное развитие предполагает рассматривать планирование персонала, как часть стратегического бизнес-процесса, а не поддерживающего, расширение функций, подвергающихся автоматизации в сфере HR, подтверждают данный тезис.

Список литературы:
1. Тихонов А.И., Коновалова В.Г. Отношение российских работодателей к автоматизации в сфере управления персоналом: технологии искусственного интеллекта и подбор персонала // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. — 2019. — №2. — С. 79-84.
2. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения // СТИН. 2017. № 12. С. 6-8.

Кадровый контроллинг как инновационный инструмент управления персоналом на российских авиационных предприятиях

Комова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
aleona.komova@yandex.ru

На сегодняшний день все трудовые процессы имеют тенденцию динамичного развития. Данное обстоятельство, в свою очередь, становится причиной поиска и внедрения новых методов и способов управления персоналом на современных авиационных предприятиях с целью повышения эффективности использования персонала. Одним из таких инструментов управления персоналом, применимых в авиационной отрасли, является контроллинг персонала, или кадровый контроллинг.

Контроллинг персонала основан на инновационном подходе, при котором все трудовые процессы аккумулируются в рамках единой системы.

Системное управление включает в себя формирование совокупности планов по персоналу, их закрепление, контроль над выполнением, анализ причин отклонения от планов и принятие управленческих решений в случае отклонения. Исходя из этого, роль кадрового контроллинга заключается в информационно-аналитической и методической поддержке управленческого цикла [1].

Выделяют стратегический и оперативный контроллинг. Оперативный контроллинг направлен на краткосрочные результаты и цели, а стратегический – нацелен на долгосрочную перспективу [2].

Контроллинг персонала выполняет следующие задачи на предприятии:

1. Обеспечение системы кадрового планирования;
2. Формирование кадровой информационной системы;
3. Ведение управленческой отчетности по кадрам и предоставление её руководителю;
4. Анализ планов и кадровой отчетности;
5. Контроль выполнения планов;
6. Оценка выполнения функций кадрового аудита;
7. Проверка эффективности кадровых подсистем;
8. Контроль и анализ кадровых издержек [3].

Кадровый контроллинг способствует устранению текущих проблем в управлении персоналом на российских авиационных предприятиях, а именно:

1. Способствует закреплению ответственности за результат и общую стратегию управления персоналом;
2. Четко описывает стратегические и тактические цели и задачи с использованием планирования;
3. Снабжает информацией руководителя;
4. Устраняет дублирование кадровых функций в системе;
5. Способствует повышению экономической устойчивости предприятия;
6. Предоставляет самостоятельность службе контроллинга, что обеспечивает прозрачность и объективность результата;
7. Способствует повышению социальной эффективности;
8. Обеспечивает повышение уровня конкурентоспособности персонала;

9. Выявляет заранее проблемы в области управления персоналом и ликвидирует узкие места [4].

Таким образом, кадровый контроллинг является перспективным инструментом управления персоналом для российских авиационных предприятий. Он способствует решению текущих проблем с персоналом, поэтому требует отдельного внимания со стороны руководства авиационных предприятий на предмет внедрения и использования.

Список литературы:

1. Михайлов А.А., Комова А.А. Роль контроллинга персонала в системе управления промышленным предприятием // Московский экономический журнал. 2019. №10.

2. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Комова А.А. Организация системы контроллинга персонала на авиационном предприятии // Московский экономический журнал. 2019. №5.

3. Михайлов А.А., Комова А.А. Особенности контроллинга персонала в проектном менеджменте на предприятиях авиационной промышленности // Московский экономический журнал. 2019. №11.

4. Михайлов А.А., Комова А.А. Целесообразность применения инструмента контроллинга персонала на предприятиях российской авиационной промышленности // Московский экономический журнал. 2019. №11.

Корпоративные aged-friendly программы как фактор повышения лояльности персонала

Конкина В.А.
ЮУрГУ, Челябинск
konkinava@susu.ru

С января 2019 года для большей доли трудоспособного населения Российской Федерации был повышен пенсионный возраст. Подобное изменение в законодательстве не могло быть проигнорировано с точки зрения рынка труда и ответственных работодателей. Особую актуальность приобрел феномен aged-friendly компаний – работодателей, не имеющих предубеждений относительно работников предпенсионного и пенсионного возраста. При этом в условиях диджитализации экономики среднестатистический работодатель делает ставку на молодых сотрудников в возрасте до 35 лет ввиду их высокой адаптивности к новым технологиям, что приводит к очередному кризису рынка труда возрастных кандидатов [1].

Лояльность – характеристика персонала, позволяющая комплексно оценить его приверженность, одобрение целей, средств и способов их достижения, открытость трудовых мотивов для организации [2]. Среди факторов, формирующих лояльность персонала, можно выделить: компоненты удовлетворенности трудом (сущность выполняемой работы, стиль руководства, взаимодействие внутри коллектива, карьерные возможности, условия труда и др.), факторы трудовой напряженности (частота возникновения конфликтов, уровень напряженности при исполнении функциональных обязанностей), трудовое поведение персонала (текучесть, уровень абсентеизма, качество исполнения функций, отзывы об организации и др.) [3].

Рассмотрим примеры корпоративных программ для возрастных сотрудников российских aged-friendly компаний в разрезе их влияния на факторы, обеспечивающие прирост лояльности персонала.

Компания «Северсталь» реализует кадровую политику, направленную на поддержку работающих и неработающих пенсионеров: неработающим пенсионерам компании выплачиваются ежемесячные доплаты к пенсии, также ветераны компании получают медицинскую помощь в корпоративном медицинском центре компании. На данный момент в компании трудится 19% предпенсионеров и пенсионеров, для которых созданы следующие условия:

1. Программа «Здоровье Северстали» (созданы и функционируют «Школа сахарного диабета», «Школа артериальной гипертонии», «Школа по снижению веса» для снижения заболеваемости и повышения качества жизни работников).

2. Бесплатное санаторно-курортное лечение и оздоровление.

3. Физкультурно-оздоровительные программы.

4. Выход на пенсию сопровождается переводом сотрудника на условиях договора гражданско-правового хозяйствования и закрепления его как наставника для молодых сотрудников.

«Северсталь» приводит результаты подобной политики – заболеваемость сотрудников за последние 10 лет снизилась на 19,6%.

ПАО «РЖД» позволяет сотрудникам предпенсионного возраста получать корпоративную пенсию по прежнему пенсионному возрасту – с 55 и 60 лет соответственно. Это позволяет работнику-предпенсионеру перейти на нижеоплачиваемую

должность с меньшими нагрузками, при этом продолжить передавать свой опыт, не потеряв доход. Кроме того, за проявленную активность, вовлеченность в решение корпоративных задач, участие в значимых для компании проектах, работник получат дополнительные бонусы на счет в негосударственном пенсионном фонде ПАО «РЖД».

ПАО «Сбербанк» реализует возможности частичного сохранения пакета добровольного медицинского страхования для пенсионеров компании, пользования бесплатным сервисом психологической помощи при уходе на пенсию. Также для предпенсионеров запущен проект #SberTeam100лет, включающий создание условий для регулярной диагностики здоровья, освоение техники управления энергией и стрессом, стимулирование физической активности, здорового питания и отказа от вредных привычек.

Согласно отчетам компаний «Северсталь», «РЖД» и «Сбербанк» за прошедший год зафиксирован значительный прирост числа работников, выразивших желание участвовать в подобных программах для предпенсионеров. Средний уровень лояльности персонала вышеуказанных компаний вырос за счет этих и других факторов на 16%.

Таким образом, актуальным направлением повышения уровня лояльности персонала компании являются корпоративные программы помощи ветеранам компании и сотрудникам предпенсионного возраста. К разработке подобных программ могут быть привлечены и сами предпенсионеры.

Список литературы:

1. Диулина И.Е. Проблема трудоустройства людей "третьего возраста" и молодых специалистов: социальный аспект // Скиф. 2018. №10 (26). С. 73-77.

2. Соловейчик А.В. Лояльность персонала и факторы, характеризующие организацию // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2010. №125. С. 93-97.

3. Ранде Ю.П., Овчинникова Ю.П. Удовлетворенность и лояльность персонала как главные показатели эффективности внутреннего маркетинга // Маркетинг в России и за рубежом. 2006. №3. С. 61-69.

Способы мотивации труда персонала

Корецкая И.А.
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
МАИ, Москва
Ingunya@yandex.ru

Научное изучение мотивации закладывалось великими философами древности и является одной из составляющей теории управления человеческими ресурсами. Большая часть людей понимает, что именно мотивация является главным инструментом, заставляющим человека двигаться вперед. Но почему мы каждый раз возвращаемся к теме мотивации сотрудников, когда существующие и работающие методы мотивации уже известны и активно применяются на рынке труда?

В данный момент система мотивация труда существует почти на каждом предприятии, именно с её помощь многим компаниям удается достичь высокой производительности труда. Но проблема заключается в том, что выбранная система мотивации должна учитывать

особенности труда и потребности сотрудников. Поэтому, от выбора конкретной системы мотивации напрямую зависит эффективность компании в целом.

Сконструированная мотивационная система труда трактует общность детерминированных инструментов и методов, ориентированных на мотивирование и стимулирование работников, на предмет воссоздания положительного вектора протекания бизнес-процессов и достижения поставленных перед организацией целей [1, с.2].

Мотивация делится на две основные категории: моральное и материальное стимулирование.

На практике управления самой распространенной формой стимулирования считается материальное стимулирование.

Система материального стимулирования труда включает в себя совокупность материальных стимулов работодателя, которые направлены на материальные мотивы сотрудников, целью которых является повышение производительности труда и улучшение деятельности предприятия.

Человека нужно стимулировать и одним из таких инструментов, является материальное стимулирование, это благоприятно скажется на производительности труда и значительно повысит самоотдачу сотрудника.

Принимая во внимание ситуационные потребности сотрудников, формат материального стимулирования может идентифицироваться как материально денежный, так и материально не денежный.

•Материальное денежное стимулирование, где стимулом являются денежные средства. К ним можно отнести всевозможные премии, депремирование, оплату по тарифам и окладам, штрафы и др. В данном случае предметом потребностей является деньги.

•Материальное не денежное стимулирование. Такого рода стимулирование осуществляется путем регулирования поведенческой реакции объекта через материальные блага, учитывая, что приобретение последних для объекта стимулирования затруднительно в силу причинно-следственных связей. С подобными субъектами стимулирования соотносят жилье, путевки и другие материальные блага.

Подход к стимулированию в разрезе морального характера идентифицируется урегулированием поведенческих паттернов служащего, которые базируются на престиже последнего и отношении к нему общества.

Осуществляется моральное стимулирование с помощью следующих методов: регулирование взаимоотношений в коллективе, систематического информирования персонала, награждения, организации корпоративных мероприятий.

Сконструированные сегодня мотивационные системы детектируются по вектору и планируемому результату. Повышение социальной и творческой активности работника во многом зависит от тщательной разработки эффективной системы мотивации, именно поэтому выбор конечной системы мотивации должен учитывать все особенности предприятия и потребности работника.

Список литературы:

1. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. № 5. С. 22.

2. Михайлов А.А., Кузьминский А.Е., Смирнова Т.С. Оценка профессиональных компетенций работников авиационной промышленности посредством методики KPI// Экономика и предпринимательство № 6 (95), 2018. (Vol. 12 Nom. 6). С. 946-949.

3. Смирнова Т.С., Камышников И.Н. Проблемы реализации целей устойчивого развития в России // Московский экономический журнал. — 2019. – №8. – С. 241-250.

Идентификация источников кадровых рисков и их проявление в деятельности хозяйствующего субъекта

Крамер Д.А., Ким В.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Коновалова О.В.
Финансовый университет, Москва
Kramer.kda@gmail.com

Кадровые риски являются важнейшей составляющей предпринимательских рисков и связаны не только с несоблюдением требований охраны труда или охраны здоровья работников в процессе выполнения своих трудовых функции. Источниками кадровых рисков могут быть различные ошибки работника во всех сферах деятельности предприятия. Практика показывает, что их можно разделить на 2 основные группы источников рисков.

Первая группа индивидуальные неудачи сотрудников на работе — обусловлены их способностями, отношением к труду.

Вторая группа источников кадровых рисков оказывает на деятельность предприятия сильное влияние, так как носят "системный" характер и связана с ошибками руководителей или ошибками системы управления в целом по предприятию.

Риски, связанные с человеческими ресурсами, не могут быть полностью устранены. Однако основная задача управления человеческими ресурсами состоит в том, чтобы подходить к их анализу и предотвращению с тем же вниманием, что и к управлению рисками в области обеспечения безопасности промышленных технологий, управления финансами, активами и др.

Цель исследования — выявление причин возникновения и источников различных видов кадровых рисков.

Распространенными причинами кадровых рисков являются наём неподходящих сотрудников, не имеющих достаточных качеств для осуществления своих должностных обязанностей, и возможно их дальнейшее продвижение по службе. Речь идет о неподходящих личностных и мотивационных характеристиках индивидов.

Характеристиками, повышающими риск неадекватного поведения, являются личностные характеристики, а также характеристики, влияющие на отношение к работе, такие как снижение ответственности, склонность к неуважению к правилам или авторитету, неспособность признать свою вину. Они также являются характеристиками, влияющими на отношение к социальной среде, такими как высокий индивидуализм, чрезмерная конкурентоспособность или склонность к конфликтному поведению. В случае с лицами, претендующими на руководящие должности, снижение личной эффективности также становится риском, означающим неспособность управлять собой.

Источником кадровых рисков является поведение сотрудников, обусловленное отказом от мотивации предприятия. Руководство предприятия часто не осознает, что кадровые риски могут возникать из-за неэффективной мотивационной и стимулирующей программ, обвиняя работника в низком уровне профессиональных способностей или недостаточной ответственности. В реальности это могут быть привычки, которые они создали, мотивируя сотрудников определенным образом.

Такое поведение может быть следствием системы вознаграждений. Примерами могут служить вознаграждения за работу, которые способствуют чрезмерному соперничеству и препятствуют сотрудничеству. Аналогичная ситуация возникает, когда сотрудников “наказывают” за предупреждение об ошибках, например, когда начальство дает понять, что обратная связь и мнения сотрудников их раздражают.

Неудовлетворенность сотрудников также является одним из источников кадровых рисков. Это вызвано не только низкой оплатой труда, но и невыполненными обещаниями, несправедливым вознаграждением или недостаточным уровнем информированности работников.

Кадровые риски могут зарождаться вследствие нечеткого или недостаточного определения задач, недостаточным контролем, запоздалой обратной связью или

неэффективной подготовкой сотрудников. Кадровые риски этой категории являются одним из наиболее серьезных. Они вызваны ошибками в управлении работой сотрудников, которые часто упускаются из виду менеджерами. Их последствия обычно возлагают на сотрудников.

Таким образом, исследование показало, что виды источников кадровых рисков и их разнообразие велико. Нельзя недооценивать их влияние на результаты деятельности предприятия управление человеческими ресурсами-это долгосрочный процесс. Она основана на понимании рисков, с которыми сталкивается предприятие. Она также связана с мерами, шагами или методами, которые ограничивают индивидуальные риски или предотвращают наиболее серьезные последствия

Список литературы:

1. Бадалова А.Г., Москвитин К.П. Управление кадровыми рисками предприятия // Российское предпринимательство. 2005. №7(67). С.92-98 URL: https://creativeconomy.ru/lib/1437 (дата обращения 02.02.2020)

2. Теория менеджмента/ Под редакцией В.Я. Афанасьева-М.: Юрайт, 2013 (дата обращения 10.02.2020)

3. Самоукина Н.В. Лояльность персонала и кадровые риски [Электронный ресурс] //URL http://www.kpilib.ru/article.php?page=601 (дата обращения 10.02.2020)

Основные инструменты формирования имиджа организации как работодателя

Крылова А.А.
Научный руководитель — Кузьминский А.Е.
МАИ, Москва
Ksu.K.96@mail.ru

Имидж компании является важным фактором, определяющим доверие клиентов к организации и её продукции. Имидж — это явление динамичное и, способное меняться под воздействием обстоятельств, новой информации, в результате длительного общения. Конечно, компанию заботит только позитивный имидж, соответствующий благоприятному отношению к ней общества во всем многообразии его проявлений. Сейчас для организации, стремящейся занять серьезное положение на современном рынке труда, становится крайне важным её имидж как работодателя. [2]

Ключевой инструмент для создания и развития имиджа организации всемирная сеть. Современные информационные технологии предоставляют организации большой набор инструментов и вариации работы над развитием собственного имиджа, в том числе с использованием маркетинга социальных медиа, оптимизации поисковых запросов об организации, разработке веб дизайна компании, мониторингу социальных сетей. [1, с 17]

Внутренний имидж невозможно просто скорректировать, хотя он и является основной репутации компании. Это обозначает, что стратегия улучшения имиджа работодателя прежде всего должна быть направлена на внутреннюю среду, и на работу с коллективом.

Таким образом для современных организации работа над имиджем является важной частью процесса управления человеческими ресурсами компании, необходимой для устойчивого развития и поддержания конкурентоспособности, привлечения новых сотрудников и сохранения рабочего коллектива.

Список литературы:

1 Михайлов А.А., Федулов В.И. Информационные технологии как элемент управления процессом профессиональной адаптации молодых специалистов на предприятиях аэрокосмического комплекса // Московский экономический журнал. — 2019. — №2. — С. 17

2 Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли / Ставрополь, ЛОГОС. 2019.

Оценка и учет рисков управления персоналом аэрокосмическом комплексе Российской федерации

Лата М.Ф.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Коновалова О.В.
Финансовый университет, Москва
maksik-1999@yandex.ru

Управление персоналом в аэрокосмическом комплексе имеет свои риски, которые могут серьезно навредить отрасли. Далеко не каждая организация имеет грамотный менеджмент персонала, а улучшение его может существенно повысить конкурентное преимущество не только частных предприятий отрасли, но и целого государства. Однако есть существенные проблемы, которые препятствуют построению хорошей системы управления персоналом. Целью данной работы является попытка переосмысления системы управления персоналом в аэрокосмическом комплексе РФ и сравнение её с основным конкурентом РФ – США, а также выявление рисков этой области менеджмента. Работа является особенно актуальной в связи с большим успехом частной компании США SpaceX и падением престижа аэрокосмической отрасли РФ в мире.

Основной проблемой в экономике аэрокосмического предприятия России является отсутствие определенной культуры риска, а также недостаточное финансирование отрасли государством. Также следует отметить противоречия в указах Президента РФ по развитию государственных компаний и создания конкурентоспособной аэротехники в РФ. Они заключаются в том, что при изданных указах наблюдается невыполнение основных пунктов указа, а также крайне нестабильная внешняя среда в совокупности с отсутствием культуры риска на предприятиях. Также следует выделить отсутствие крупных частных космических предприятий на рынке РФ. Все эти проблемы существенно затрудняют дальнейшее развитие отрасли и вызывают проблемы неэффективного вложения средств государства. Также, из-за глобализации рынка труда, отечественным компаниям необходимо не только поддерживать конкурентоспособность отрасли на рынке услуг, но и конкурентоспособность на рынке труда, предоставляя необходимые условия работы пилотам и экипажам судов. Однако все больше пилотов принимают решение о миграции при растущем потоке пассажиров самолётов. Отсюда можно выявить риск непокрытого спроса. Также, как было замечено ранее, в организациях отсутствует необходимый уровень корпоративной культуры и необходимое знание риска. Работник может чувствовать себя отстраненным от организации, что может привести к нежеланию работать. США в этом плане сильно превосходят нас, ибо именно в США и страны Европы идет миграция кадров. Также можно выделить различия между риск-менеджментом США и России. Можно пронаблюдать, что даже в самом начале любого аэрокосмического проекта, на этапе вложения средств, на этапе приема кадра на работу обговаривается страховка и другие способы предотвращения различных негативных исходов. В США государство априори является страховщиком и покрывает все возможные издержки, в то время как в России наблюдается недостаток целевых средств для страхования отрасли. Это существенно сковывает развитие отрасли, ибо большинство проектов является высоко рисковыми и при их неудачной реализации организация, которая управляла данным проектом скорее всего уходит из рынка.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. СУР в РФ находится на развивающемся этапе. Для полноценного управления риском следует переосмыслить роль СУР в организации, сделав её интеграцию в бизнес-процессы более приоритетной целью.

2. США обходит РФ по степени развития СУР.

3. Политика кадров в США является более развитой, нежели в России. Необходимо переосмысление.

Список литературы:

1. Чагина Ольга Александровна Разработка системы риск-менеджмента как части целевого управления аэрокомпании // Научный вестник МГТУ ГА. 2010. №156. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-risk-menedzhmenta-kak-chasti-tselevogo-upravleniya-aviakompanii (дата обращения: 08.02.2020).

2. С. Л. Паршина, С. Л. Паршина Анализ системы страхования рисков космических проектов в Российской Федерации // Менеджмент социальных и экономических систем. 2017. №3 (7). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sistemy-strahovaniya-riskov-kosmicheskih-proektov-v-rossiyskoy-federatsii (дата обращения: 08.02.2020).
3. Расходы стран мира на космические исследования в 2017 году // LiveJournal URL: https://genby.livejournal.com/690396.html (дата обращения: 08.02.2020).
4. Звягинцева И.И., Зуева Т.И. Разработка системы управления рисками предприятий — участников жизненного цикла аэроционной техники // Управление. 2018. №2 (20). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-upravleniya-riskami-predpriyatiy-uchastnikov-zhiznennogo-tsikla-aviatsionnoy-tehniki (дата обращения: 08.02.2020).
5. Ружанская Людмила Станиславовна, Фокеев Максим Александрович Международная трудовая миграция российских пилотов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. 2019. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnaya-trudovaya-migratsiya-rossiyskih-pilotov (дата обращения: 11.02.2020).

Основные источники поиска кандидатов на вакантную должность

Лебедева А.С.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
anastasia_shien01@mail.ru

Одна из миссий работодателя – это хорошо подобрать свой трудовой коллектив. В команду дружного трудового коллектива должны входить единомышленники и союзники, которые способны осознавать, принимать и реализовывать все замыслы руководителей предприятия.

Начало найма в команду всегда начинается с самого поиска и раскрытия кандидатов и внутри фирмы, и за её пределами. Есть должности, для которых требуются персонал с высокими профессиональными качествами. Для того, чтобы не ошибиться в выборе работника, на такие вакансии происходит конкурсная система отбора кадров.

Определив потребности организации в новых сотрудниках и составив профиль должности, кадровая служба должна разработать и реализовать программу мероприятий по привлечению кандидатов на вакантные позиции, рассчитать бюджет на рекрутинг, провести отбор и оценку среди кандидатов.

Для поиска желаемого кандидата используют или внутренние, или внешние источники поиска персонала.

Внутренние источники представляют собой собственные информационные ресурсы компании, позволяющие быстро найти кандидата на нужную вакансию. К таким источникам относят банк данных предприятия; объявления внутри компании о вакансиях; информация от работников компании, через которых можно выйти на их знакомых или родственников, нуждающихся в подобной работе.

К внешним источникам относят любые сторонние информационные ресурсы по кадрам. Существуют следующие разновидности внешних источников: рекомендации; листовки; объявления; печатные СМИ; радио- и ТВ-реклама; работные интернет-сайты; социальные сети; корпоративные Интернет-ресурсы; биржи труда; рекрутинговые агентства; учебные заведения и т.д.

Определение источников, в которых будет проходить поиск кандидатов, зависит от нескольких критериев: политика организации (нужно учитывать следующее: требуются ли люди с опытом работы на должности или набираются кадры для их последующего обучения и повышения; есть ли ограничения по социальному статусу, возрасту, трудоспособности, полу; одинаковые ли требования предъявляются к претендентам или отбор идет с учетом особенностей каждого человека); срочность (чем дольше компания может ждать, тем больше соискателей на должность она сможет рассмотреть, чтобы найти отвечающего заявленным

требованиям); бюджет (любые программы по поиску должны укладываться в запланированный бюджет).

Список литературы:

1. Тихонов А.И. Эффективный метод подбора персонала: рекомендательный рекрутмент // Дискуссия. — 2019. — №3(94). — С. 41-46.

2. Тихонов А.И., Коновалова В.Г. Отношение российских работодателей к автоматизации в сфере управления персоналом: технологии искусственного интеллекта и подбор персонала // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. — 2019. — №2. — С. 79-84.

3. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

4. Тихонов А.И., Воронцова Ю.В., Михайлов А.А., Федотова М.А. Экономика труда на предприятиях авиационной и ракетно-космической промышленности: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 135 с.

Совершенствование системы обучения персонала

Лытнева А.В.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
lav-sun@mail.ru

Актуальность темы исследования обусловлено тем, что обучение сотрудников является важнейшим инструментом, с помощью которого руководство способно повышать потенциал человеческих ресурсов, оказывать влияние на формирование организационной культуры, а также способствовать достижению стратегических целей организации.

Объектом исследования является публичное акционерное общество «ВТБ». Предметом исследования – система обучения персонала на рабочем месте в ПАО «ВТБ». Цель исследования – разработка рекомендаций по совершенствованию системы обучения персонала на рабочем месте в ПАО «ВТБ»

В ходе проведенного исследования были выявлены следующие проблемы:

1. Отсутствие в учебном центре необходимого количества тренеров.

2. Низкая информированность новых сотрудников относительно перспектив их заработка и карьерного роста и, как следствие, низкий уровень мотивации.

Решением указанных проблем является:

1. Внедрение системы наставничества. Наставниками должен быть сотрудник, прошедший все этапы развития карьерного роста. При этом, он должен уметь преподать информацию так, чтобы новые сотрудники могли разобраться в ном материале, а оставшиеся вопросы могли разобрать «здесь и сейчас». Наставник должен пройти курсы по базовым обучающим навыкам, а также уметь обучить не только знаниям в сфере продуктов, а также предоставить нормативные документы, благодаря которым, можно будет апеллировать в конфликтных ситуациях во время рабочего процесса. Также необходимо создание программ-шаблонов для основного программного обеспечения, благодаря которым, у нового сотрудника не возникнет сложностей в работе.

2. Проведение разъяснительных работ с новыми сотрудниками относительно перспектив их заработка и карьерного роста. Необходимо изначально донести до нового сотрудника: от чего зависит его премия; каковы коэффициенты; как и через сколько он может расти по карьерной лестнице; какие дополнительные бонусы он может получать от данной организации.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Воронцова Ю.В., Михайлов А.А., Федотова М.А. Экономика труда на предприятиях авиационной и ракетно-космической промышленности: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 135 с.

2. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.
3. Семина А.П., Федотова М.А., Тихонов А.И. Обучение персонала в современных компаниях: проблемы и новые направления // Московский экономический журнал. 2016. № 3.

Формирование системы корпоративного партнерства в вузах, занимающихся подготовкой кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности

Ляликова Д.А., Семина А.П.
МАИ, Москва
lyalikova_d@mail.ru

Корпоративное партнерство вузов, которые готовят кадры для высокотехнологичных отраслей промышленности, можно рассмотреть, как систему взаимоотношений между вузом (кадровый потенциал), работодателями (представители корпораций и предприятий высокотехнологичной ниши), органами государственной власти, которые позволяют обеспечить согласование интересов студентов и выпускников университетов и работодателей по вопросам регулирования трудовых отношений и других непосредственно связанных с ними отношений.

Субъектами корпоративного партнерства в данном случае становятся: абитуриенты и студенты, представители предприятий высокотехнологичного сектора (работодатели), органы государственной власти, а также органы местного самоуправления. Стоит отметить, что государство определяет социально-трудовые гарантии для молодых специалистов высокотехнологичного сектора. Кроме того, органы государственной власти могут, как выступать в качестве прямых работодателей, так и формируют спрос на специалистов высокотехнологичных отраслей, оформляя госзаказы на российскую промышленность.

В настоящее время наиболее эффективно корпоративное партнерство высокотехнологичных вузов достигается путем целевого набора на профильные предприятия. Целевое обучение позволяет сформировать кадровый резерв сотрудников высокотехнологичного профиля. Оно заключается в трехстороннем порядке между студентом, высшим учебным заведением и предприятием. Ранее программы целевого обучения были доступны только студентам, которые прошли отбор на предприятие, будучи абитуриентами. С 2019 года ситуация немного изменилась, так как студент теперь имеет право заключить договор с предприятием, уже обучаясь в университете. Данная система позволяет сформировать более осознанный выбор направления дальнейшего трудоустройства выпускников вузов.

Если рассматривать целевое обучение относительно организаций высокотехнологичных отраслей промышленности, то данная система позволяет решить проблему нехватки кадров, а также снизить издержки на адаптацию молодых сотрудников на новом рабочем месте. По статистическим данным именно отраслевые предприятия чаще задумываются о подготовке специалистов заблаговременно. Притом, согласно постановлению Правительства РФ от 21 марта 2019 г. № 302, целевые направления могут предоставлять, как государственные организации, так и коммерческие.

Также система корпоративного партнерства строится путем выстраивания договоренностей университета с отраслевыми предприятиями о прохождении практики студентов старших курсов в профильных отделах по программам обучения, проведение экскурсий по ресурсным центрам предприятий во время обучения, а также организация карьерных выставок на площадке вуза с участием предприятий-партнеров. Это позволяет вовлекать учащихся вузов в деятельность организаций высокотехнологичных отраслей промышленности в течение их обучения. Данный подход позволяет студентам осознанно подойти к будущей сфере занятости, так как у них есть возможность сравнить имеющиеся на рынке предложения. Студенты, которые проявили интерес к трудоустройству и хорошо себя

показали на практике или стажировке, имеют возможность попасть в штат сотрудников организации, как во время обучения в университете, так и после выпуска.

Таким образом, корпоративное партнерство вузов с предприятиями высокотехнологичных отраслей промышленности позволяет обеспечить их мотивированными кадрами, которые осознанно выбирают свою образовательную траекторию, сократить время на адаптацию молодых сотрудников, а также повысить спрос на специальности отраслевого сектора.

Список литературы:

1. Ляликова Д.А. HR-DIGITAL как современный тренд в области управления персоналом // Актуальные вопросы управления персоналом. — М.: Общество с ограниченной ответственностью "Эдельвейс" (Серпухов), 2019. — С. 142-147.

2. Желтенков А.В., Тихонов А.И., Гришин Д.В. Построение эффективной системы управления персоналом авиастроительных предприятий с использованием системы мотивации обучения и трудоустройства выпускников учебных заведений // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2016. № 4. С. 70-78.

3. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. № 5. С. 22.

Обучение как фактор повышения эффективности персонала в аэрокосмической отрасли

Мартынишин И.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва
ilya.martynishin@yandex.ru

В процессе перехода человечества в эпоху информационного общества всё наглядней и очевидней становится тенденция к обучению и развитию персонала в организациях. Всё важнее становится роль информации и умение грамотно с ней работать в процессе повседневной трудовой деятельности работников. В силу стремительного развития технологий работодатели вынуждены следить за должной квалификацией своих сотрудников. Обучение персонала, как функциональная часть системы управления персоналом, призвана обеспечить необходимый уровень квалификации сотрудников предприятия.

Обучение персонала – это сознательный целенаправленный процесс, в ходе которого сотрудники осваивают новые необходимые для работы в соответствии с установленными стандартами профессиональные компетенции — знания, умения и навыки. Обучение способствует повышению качества трудовой деятельности и снижению текучести кадров [1].

К основным видам обучения персонала относят подготовку персонала, переподготовку и повышение квалификации. Работники готовятся к выполнению более сложных задач в процессе своей трудовой деятельности, что способствует как целям компании, так и интересам самих сотрудников. Кроме того, стоит отметить, что при правильном подходе развитие сотрудников способствует и их мотивации, что в свою очередь, тоже является существенным фактором для эффективности предприятия в целом. По формам обучение бывает: групповое и индивидуальное. Обучение должно носить комплексный и непрерывный характер [2].

Предприятия, с ориентацией на собственные цели, сначала определяют потребность в обучении, после чего определяются с методами обучения. Методы обучения можно разделить на две группы: традиционные и современные. Традиционные методы: лекция, семинар, ротация, наставничество. К современным методам обучения на сегодняшний день можно отнести следующие: видеообучение, дистанционное обучение, кейс-обучение, деловая игра, мозговой штурм, сторителлинг, обучение действием, Shadowing и т.д.

На сегодняшний день одним из самых распространённых методов обучения является метод «кейс-обучения», особенно в зарубежной бизнес-практике. Крупные западные компании тратят на цели обучения до 10 % фонда заработной платы, к сожалению, в России

этот показатель в 3–4 раза ниже [3]. Данные средства рассматриваются как инвестиции, которые в будущем принесут компании прибыль. А развитие персонала приобретает важнейшее значение.

Грамотно организованное обучение персонала на предприятиях российского аэрокосмического комплекса позволит решить множество задач на производстве, как федеральных, так и отраслевых, главная из которых — создание конкурентоспособной авиационной техники отечественного производства для удовлетворения потребностей внутрироссийских перевозок [4].

Список литературы:

1. Семина А.П., Федотова М.А., Тихонов А.И. Обучение персонала в современных компаниях: проблемы и новые направления // Московский экономический журнал. 2016. № 3. С. 33.

2. Семина А.П., Гладкая К.В. Использование информационно-коммуникационных и виртуальных технологий в обучении персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №11. — С. 69.

3. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 6 – С. 160-164.

4. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 303 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие авиационной промышленности".

Организационно-экономические механизмы повышения эффективности деятельности аэропортов в условиях воздействия чрезвычайных ситуаций

Мешанков Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва
semina123@mail.ru

Современные аэропорты представляют собой сложные комплексы зданий и сооружений, оборудованных специальным оснащением для обслуживания авиационных перевозок. В состав аэропортовского комплекса обязательно входят: аэродром, один или несколько аэровокзалов, пассажирские, почтовые и грузовые терминалы, взлётно-посадочные и рулежные полосы, специальные наземные конструкции, ангары, хранилища, обеспечивающий транспорт. Все составные элементы аэропорта должны быть объединены единой целью: безопасной и своевременной доставкой пассажиров и грузов по утвержденным графикам и маршрутам. Для представления колоссального масштаба такого явления, как крупный международный аэропорт, можно сравнить его размеры с площадями европейских столиц, которых он может быть больше в 5-10 раз. И каждый элемент пространства этого аэропорта должен нести свою уникальную функцию и выполнять специальную миссию.

XXI-й век показал доминирующую роль именно авиатранспортного сообщения для выполнения стратегической задачи по обеспечению связанности территории нашей страны. Именно авиационный транспорт требует колоссальных затрат на всех этапах жизненного цикла всех изделий и процессов. Чтобы повысить экономическую рентабельность аэропортов необходимо внедрять в процессе работы современные организационно-экономические механизмы повышения их конкурентоустойчивости. Четвертая промышленная революция требует активной цифровизации основных процессов, происходящих в аэропортах и поэтапного внедрения современных киберфизических систем.

Для успешного функционирования всех, составляющих аэропорт комплексов, необходимы мощные многофункциональные ERP-системы, которые помогут управлять всем взаимосвязанным высокотехнологичным объектом. Идеально отлаженная система управления должна стабильно работать, обеспечивая как экономическую рентабельность, так и обязательный компонент – безопасность перевозок. Необходимо детально проработать весь комплекс мероприятий, обеспечивающих бесперебойную работу аэропортов в условиях различных непредвиденных и чрезвычайных ситуаций. Особую роль здесь играет

подготовленность персонала. Именно высококвалифицированные специалисты могут справиться с нештатной ситуацией, если заранее подготовить комплекс компенсационных мероприятий. Планирование бюджетов аэропортов, как в ближнесрочной, так и в долгосрочных прогнозах, должно предусматривать устойчивую к любым непредвиденным ситуациям систему. Необходимо заниматься экономическим прогнозированием и бизнес-аналитикой для регламентации действий всех аэропортовских служб и подразделений в условиях нештатных происшествий.

Список литературы:

1. Мешанков Д.В., Тихонов А.И. Проблемы обеспечения экономической безопасности на авиационном транспорте // Московский экономический журнал. — 2019. — № 1. — С. 35.

2. Мешанков Д.В., Тихонов А.И. Обеспечение национальной безопасности на авиационном транспорте за счет использования отечественных систем бронирования авиабилетов // Вестник Алтайской академии экономики и права. — 2019. — № 1 (часть 2). — С. 103-107.

Совершенствование системы отбора и подбора персонала

Миленин М.С.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
maks2895@rambler.ru

Актуальность темы связана с тем, что подбор и отбор персонала — это основа любой организации. Сегодня условия деятельности многих предприятий требуют того, чтобы процесс подбора кадров осуществлялся всегда оперативно и целеориентированно. В сложившейся ситуации при подборе кадров должны учитываться как конкретные требования рабочего места, так и стратегические и тактические цели предприятия, а также возможности профессионального активного развития работника.

В качестве базовой организации выступила: ГБОУ Школа № 1371 «Крылатское»

В ходе проведенного исследования было выявлено, что главной проблемой подбора персонала в базовой организации является малый охват соискателей. Данное обстоятельство обусловлено тем, что бюджетные организации имеют финансовые ограничения. Крупнейшие IT-сервисы по поиску работы и подбору сотрудников предоставляют, в основном, платные услуги по подбору персонала и, в этой связи, подбор персонала в бюджетную организацию занимает больше времени, имеет меньший охват кандидатов на вакантную должность, и, соответственно, обладает меньшей эффективностью. Безусловно, большинство бюджетных организаций используют свои сайты для размещения объявлений, а также сайт mos.ru. Однако, указанные Интернет-ресурсы не могут дать того результата, который возможен за счет крупнейших российских компаний интернет-рекрутмента таких, как: HeadHunter или Superjob.

Решением указанных проблем являются:

1. Открытие бюджета на подбор персонала через IT-сервисы.
2. В прошлом сайты HeadHunter и Superjob предоставляли три бесплатных объявления. Это положительно влияло на подбор персонала в бюджетной организации. Хоть и немного, но такое положение улучшало охват организации при подборе персонала. Возвращение подобного сотрудничества могло бы улучшить положение дел.
3. Так же решением проблем может стать открытие своего собственного интернет сервиса по подбору персонала на государственном уровне, на примере сайта mos.ru. Для бюджетных организаций это стало бы выходом из сложившейся ситуации.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Федотова М.А., Чекан А.А. Проблемы и особенности автоматизации подбора персонала // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 29.

2. Тихонов А.И. Эффективный метод подбора персонала: рекомендательный рекрутмент // Дискуссия. — 2019. — №3(94). — С. 41-46.

3. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.
4. Смирнова Т.С. Роль высшего образования в развитии профессиональной подготовки в сфере социальной ответственности // «Экономика и предпринимательство № 6 (95) 2018 г. (Vol. 12 Nom. 6) С. 1009-1012.
5. Тихонов А.И., Воронцова Ю.В., Михайлов А.А., Федотова М.А. Экономика труда на предприятиях авиационной и ракетно-космической промышленности: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 135 с.

Стратегия развития кадрового агентства ООО Авиапредприятие «Газпром авиа»

Миненко Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
dima.minenko.98@mail.ru

Стратегия развития кадрового агентства ООО Авиапредприятие «Газпром авиа».

Как мы знаем, «Газпром» огромное предприятие, в котором работают тысячи людей. В «Газпром авиа», как и в других, своя стратегия для развития кадрового агентства. Для всех не секрет, что основным богатством любой компании являются «человеческие ресурсы». Хороший менеджер, способный мыслить в долгосрочной перспективе, понимает: вклад в развитие персонала всегда будет выгоден организации. Надлежащие инвестиции в обучение персонала означают создание сплоченной, мотивированной, компетентной команды, которая принесет прибыль компании. Каждый руководитель на этапе разработки стратегии развития кадров обязан понимать, каких результатов он планирует добиться от сотрудников, какие профессиональные и личные качества стоит развивать у подчиненных.

Так и происходит в ООО Авиапредприятии «Газпром авиа». Готовность и способность персонала плодотворно работать, развиваться, учиться новому — залог долгосрочного успеха «Газпром авиа». Поэтому компания уделяет серьезное внимание повышению профессионального уровня коллектива. В «Газпром авиа» хорошо понимают, что коллектив компании — её основная ценность. Поэтому в своей деятельности данная кампания соблюдает высокие международные стандарты в вопросах социальной и кадровой политики.

Целями кадровой стратегии ООО Авиапредприятие «Газпром авиа» является:

• Обеспечить «Газпром авиа» должным уровнем профессионального качества её персонала на всех этапах работ
• Раскрыть потенциал сотрудника и дать ему возможность карьерного роста
• Создать устойчивое и развивающее положение «Газпром авиа» в будущем
• Добиться минимальной текучести кадров.

Для реализации кадровой стратегии «Газпром авиа» были создала следующие меры:

• Разработан коллективный договор, регулирующий социально-трудовые отношения
• Оплата санаторно-курортного лечения сотрудников «Газпром авиа»
• Разработаны жилищные программы
• Введены негосударственные пенсионные обеспечения
• Создана Корпоративная социальная сеть

Стоит заметить, что авиационная отрасль достаточно наукоемкая и от сотрудников требует большого объема знаний, что влияет на длительность и емкость проводимых мероприятий. Поэтому, для развития кадрового агентства ООО Авиапредприятие «Газпром авиа» необходима: создание комфортных условий труда для всех категорий работников компании, увеличение кадрового потенциала предприятия, формирование и поддержание сплоченной команды профессионалов.

Список литературы:
1. Тихонов А.И., Воронцова Ю.В., Михайлов А.А., Федотова М.А. Экономика труда на предприятиях авиационной и ракетно-космической промышленности / Ставрополь, ЛОГОС. 2019.
2. Краев В.М., Тихонов А.И. Управленческое консультирование на предприятиях аэрокосмической промышленности. Учебно-методическое пособие / Ставрополь, ЛОГОС.2017.
3. Тихонов А.И., Краев В.М. Противодействие обману в кадровой работе. Учебно-методическое пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2017.

Особенности кадровой политики ПАО «Аэрофлот»

Молчанова А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Горбунова О.А.
АНО ВО Университет «МИР», Самара
mollchan.anas@mail.ru

Аэрофлот сегодня – один из старейших и самых сильных брендов среди всех существующих авиакомпаний. Аэрофлот является неоспоримым лидером гражданской авиации РФ и входит в топ-20 авиаперевозчиков мира по пассажиропотоку. Данное достижение, зафиксированное в рейтинге FlightGlobal Airline Business в 2017 году, указывает на досрочную реализацию одной из главных целей стратегии развития компании до 2025 года, а также на восстановление своих позиций в элите гражданской авиации после почти тридцатилетнего перерыва.

Стратегия группы «Аэрофлот» направлена на наращивание интернационального транзитного пассажиропотока, открытие новых региональных баз в ведущих городах России и увеличение региональных перевозок.

Данная стратегия, безусловно, выведет компанию на более высокий уровень и приведет к достижению целей. Но, наряду с новыми технологиями, достаточного внимания заслуживает качество предоставляемых услуг и уровень обслуживания пассажиров. Главными составляющими обеспечения комфортного пребывания пассажиров на борту самолёта является персонал, ведь поддержание высокого престижа и достижение заявленных целей невозможно достичь без сплоченной работы многочисленного коллектива компании.

Именно благодаря достаточной концентрации внимания, направленной на подготовку квалифицированных кадров и заботу о них, Аэрофлот является одним из лидеров глобальной отрасли по качеству обслуживания пассажиров. Так, британская консалтинговая компания Skytrax оценила уровень услуг Аэрофлота в «четыре звезды».

Для качественной подготовки кадров группа открыла собственную авиационную школу, создала сверхтехнологичный Ситуационный центр, который в случае сбойной или кризисной ситуации позволяет эффективно управлять производственными процессами.

Несмотря на направление мощностей для обеспечения максимального комфорта пассажиров, Аэрофлот уделяет немало внимания и своим сотрудникам, создавая комфортные условия для работы в организации. Об этом говорит приверженность Группы к социально ответственной политике в отношении своих работников, которая включает в себя достойную заработную плату, дополняемую необходимым социальным пакетом, включающим гарантийные меры, социальные льготы и особые права для сотрудников. Действует данная политика в соответствии с коллективным договором, который теряет свою силу 1 декабря 2020 года, но, безусловно, необходим для продления.

Несмотря на заботу о сотрудниках, Аэрофлот достаточно требователен по отношению к работникам, даже потенциальным. Группой осуществляется подготовка кадров в сотрудничестве с ведущими авиационными вузами России в рамках программ по целевому обучению летного состава. Учитывается не только уровень знаний и умений в области

авиации, но и физическая, психологическая подготовка, а также уровень владения иностранными языками, преимущественно английским языком.

Помимо разнообразия обучающих программ, Аэрофлот разработал программу мотивации персонала, где одной из важных составляющих является наставничество. Основной целью наставника является обеспечение высокого уровня качества предоставляемых услуг на борту в соответствии со стандартами авиакомпании, а также оценка наставляемых и определение необходимости в дополнительном обучении. Данная возможность, безусловно, мотивирует персонал не только качественно выполнять свою работу, но и показать себя в качестве лидера, способного поделиться своими навыками с другими. Тем не менее, наставничество на данный момент является высшей ступенью, на которой может оказаться бортпроводник, что лишает его возможности роста по карьерной лестнице.

Не менее важной составляющей программы мотивации является система премирования, которая формируется по результатам качества работы, а именно по итогам обучения, в соответствии с оценкой успешности вышестоящим руководителем или наставником и по результатам оценки клиентом качества обслуживания на борту. Преимущество представленной системы состоит в том, что она позволяет оценить работу каждого члена экипажа, обеспечивает прозрачность оценки, более того, помогает определить возможности для дальнейшего профессионального роста сотрудника или необходимость в дополнительном обучении.

Аэрофлот можно назвать одной из лучших авиакомпаний мира, ориентированной не только на достижение высоких результатов в техническом прогрессе и качестве предоставляемых услуг, но и в качестве управления и создании всех условий для своего персонала.

Список литературы:

1. Дьков М. Аэрофлот официально вернулся в элиту глобальной авиации, войдя в топ-20 крупнейших авиакомпаний мира [Электронный ресурс] URL: https://www.forbes.ru/brandvoice/aeroflot/339133-andrey-kalmykov-proshlyy-god-stal-dlya-nas-godom-rekordov-

2. Чумак В.Г., Горбунова О.А. Долгосрочная и краткосрочная мотивация персонала в клиентоориентированных организациях // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. № 12 (122). С. 155-158.

3. Официальный сайт компании ПАО «Аэрофлот [Электронный ресурс] URL: www.aeroflot.ru

Социальные сети как инструмент поиска кандидатов на вакантную должность

Москалёва Ю.А.
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
МАИ, Москва
moskalyova.yulya@yandex.ru

Социальные сети – это обширное поле, которое имеет свои особенности и включает в себя человеческие ресурсы. Социальные сети набирают обороты и используются не только, как средства коммуникации между людьми, но и как платформа для поиска, продвижения коммерческих или социальных субъектов и объектов. Грамотный подход к социальным сетям и наполнение страницы контентом и информацией гарантирует увеличение потока заинтересованной аудитории.

Социальные сети обладают наличием присущих им черт, таких как: управление профилем (страницей), ориентированность на общение, локализация групп по факторам, поиск по критериям, наличие собственного мнения каждого из участников. На сегодняшний день социальные сети дают обширную информацию о кандидате, его окружение, фотографии, интересы и увлечения и многое другое.

Поиск персонала осуществляется путём рекрутинга или анонсирования вакансий через различные страницы, сообщества (по темам). Существуют разделение поиска вакансий: по городу, возрасту, отрасли. Известность сообществ постоянно повышается и не стоит на месте, это отражает рост аудитории.

Социальные сети выступают инструментом, подходящим для поиска пассивных кандидатов. Как все иные платформы, социальные сети предполагают затрату средств на продвижение с помощью рекламы, а межличностные отношение в социальных сетях позволяют распространить нужную информацию без специальных затрат.

Подбор и отбор персонала имеют свои различия. При подборе персонала происходит соотношение всех требований к должности, учитывается опыт работы человека, его профессиональные навыки и качества. Отбор в свою очередь представляет собой поиск людей с определёнными критериями под определённые должности, с учётом требований деятельности.

Использование социальных сетей при подборе кадров имеет ряд преимуществ: доступность онлайн ресурсов в любой точке, возможность для компании обзавестись деловыми партнёрами, содержат в себе большую целевую аудиторию, дают возможность проводить собеседования в онлайн-режиме, а также сокращают как временные, так и материальные ресурсы. Работодателю, HR- менеджеру стоит только составить и грамотно оформить объявление и разместить его. Большим преимуществом является то, что работодатель сразу имеет доступ к странице потенциального кандидата на вакантную должность, информации о нём.

На выбор оптимальных путей привлечения персонала влияют такие факторы, как: состояние рынка труда, финансовые возможности. Для работы рекрутера нет единого пути поиска кандидатов как правило, он использует методы в совокупности и получает результат и закрытые вакансии.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Федотова М.А., Чекан А.А. Проблемы и особенности автоматизации подбора персонала // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 29.
2. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.
3. Тихонов А.И. Эффективный метод подбора персонала: рекомендательный рекрутмент // Дискуссия. — 2019. — №3(94). — С. 41-46.
4. Смирнова Т.С. Камышников И.Н. Проблемы реализации целей устойчивого развития в России // Московский экономический журнал. — 2019. — №8. – С. 241- 250

Современные технологии адаптации персонала

Мурадова Н.М.
Научный руководитель — профессор, к.э.н. Коновалова В.Г.
ГУУ, Москва
nargiz_muradova97@mail.ru

В эпоху научно-технического прогресса инновации проникают во все сферы жизни, в том числе, в область управления персоналом. Главный капитал любой организации ─ кадры, поэтому инновации в области управления человеческими ресурсами приобретают особую значимость. К числу наиболее популярных технологий, включающих и те, которые были разработаны относительно недавно, можно отнести следующие:

- Наставничество;
- Job Shadowing;
- Budding;
- «Welcome! Тренинг».

Наставничество как технология адаптации персонала организации является практическим обучением, в котором высококомпетентный сотрудник-наставник вводит нового сотрудника в область трудовой деятельности. Главной задачей наставника является оказание поддержки, контроля и координации действий новичка на первоначальном этапе профессиональной деятельности. Цель наставничества – разноплановая адаптация молодого специалиста организации и раскрытие его трудового потенциала.

Основная идея Job Shadowing заключается в том, что молодой специалист компании сопровождает своего коллегу, как профессионала, следуя за ним словно «тень» все рабочее время. У новичка появляется возможность обсуждать и анализировать профессиональную деятельность с опытным сотрудником, «тенью» которого он становится, а также с другими коллегами, получая при этом обратную связь.

Budding — метод обучения, который основан на предоставлении друг другу информации и установлении объективной и честной обратной связи. Баддинг подразумевает поддержку в достижении целей и в приобретении новых навыков.

«Welcome! Тренинг» – это вводный курс для нового сотрудника, целью которого является первоначальное ознакомление сотрудника с общими сведениями о компании и эмоциональное вовлечение в работу. «Welcome! Тренинг» обеспечивает сотрудника информацией о компании, производимой продукции и оказываемых услугах, корпоративной культуре, кадровой политике и т.д.

Большую роль имеют также цифровые технологии, так как они способны упростить и рационализировать процесс адаптации. Они позволяют решить ключевые задачи:

• Снизить трудозатраты HR-менеджеров: за счет внедрения автоматизированных решений сотрудники тратят меньше усилий;

• Систематизировать процессы адаптации, внедрить единые подходы;

• Наладить аналитическую культуру в компании.

Многие компании сегодня стали применять диджитал-инструменты для повышения эффективности адаптации персонала. Чат-боты в мессенджерах ─ удобный инструмент пошаговой адаптации нового сотрудника в компанию. Чат-боты служат промежуточным звеном между целями HR-а и погружением в работу нового сотрудника. Компания настраивает сценарий, определяет базу сотрудников и активирует адаптацию. А у новичков в приложении запускается сценарий, который ведет его по всем процессам в течение определенного периода времени. Чат-боты способны общаться с сотрудниками и взаимодействовать с программами для управления персоналом. Они помогают новичкам с документами, рабочими инструкциями и процедурами, а иногда организации встраивают в бот расположение рабочих мест: так новые работники знакомятся с коллегами.

Для качественной адаптации новых сотрудников требуется активное вовлечение службы управления персоналом, которые заинтересованы в инструментах, позволяющих сократить время адаптации. Для решения данной задачи компании обращают свое внимание на инновационные инструменты.

Адаптация для нового сотрудника является частью путешествия, когда он активно оценивает обстановку, а его ощущения в это время имеют большое значение. В данный период сотрудник хочет получить максимально понятный и важный для него опыт.

Из анализа современных технологий в области адаптации персонала следует, что инновационная деятельность является эффективным способом повышения конкурентоспособности компании и совершенствования технологий управления персоналом. Поэтому наиболее важным направлением работы HR-службы является грамотное управление адаптационным процессом и его своевременное совершенствование с применением инновационных технологий.

Список литературы:

1. Ефремов, В.С. Управление адаптационным периодом / В.С. Ефремов / / Менеджмент в России и за рубежом. – 2009 г. — №3 – С. 34-37.

2. Кибанов А.Я. Служба управления персоналом: учебное пособие – М.: КНОРУС, 2010. – 416 с.

3. Коханов, Е.Ф. К вам пришел новичок / Е.Ф. Коханов // Управление персоналом: 100% практика. – 2012. — №3 – С. 15–18.
4. Мурадова Н.М., Тихонов А.И., Коновалова В.Г. Геймификация в адаптации персонала // Московский Экономический Журнал. — 2019. — №7 (17).

Переход на электронные трудовые книжки: преимущества и недостатки

Назаренко А.Б.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва
nyura.nazarenko.89@mail.ru

С 1 января 2020 года в России трудовые книжки переводятся с бумажного носителя на электронный формат.

Основным нормативным актом, регулирующим порядок перехода на электронные трудовые книжки, является Федеральный закон от 16 декабря 2019 г. № 439-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации в части формирования сведений о трудовой деятельности в электронном виде», которым вносятся изменения:

• В Трудовой кодекс Российской Федерации и устанавливается возможность ведения информации о трудовой деятельности в электронном виде;

• Федеральный закон от 1 апреля 1996 г. № 27-ФЗ «Об индивидуальном (персонифицированном) учете в системе обязательного пенсионного страхования» и вводится обязанность работодателей с 1 января 2020 г. представлять в информационную систему Пенсионного фонда Российской Федерации сведения о трудовой деятельности работников.

Сведения специалистов, которые устроятся на работу впервые с 2021, будут вестись изначально в электронном формате. Перевод тех, кто работал раньше 2021 года, будет осуществляться только с их согласия. До 31 декабря 2020 года включительно они смогут подать письменное заявление работодателю о сохранении бумажного образца.

Работодатели в течение 2020 года осуществляют следующие мероприятия:

1) Принятие или изменение локальных нормативных актов (при необходимости).

2) Подготовка изменений (при необходимости) в соглашения и коллективные договоры.

3) Обеспечение технической готовности к представлению сведений о трудовой деятельности.

4) Письменное уведомление до 30 июня 2020 года включительно работников об изменениях в трудовом законодательстве, связанных с формированием сведений о трудовой деятельности в электронном виде, а также о праве работника сделать выбор — вести ему трудовую книжку в бумажном виде или в электронном формате.

Преимущества электронных трудовых книжек:

1) Сотрудники смогут в режиме онлайн посмотреть свою трудовую книжку.

2) Уменьшение затрат для работодателя в части хранения трудовых книжек.

3) Уменьшение бюрократии при оформлении пенсии. Сотрудник сможет дистанционно подтвердить свои данные.

4) Единая система данных, интеграция с государственными службами РФ.

5) Повышение уровня защиты данных от доступа третьих лиц.

6) Защита данных от потерь.

7) Появляется возможность быстро найти необходимую информацию по сотруднику.

Недостатки электронных трудовых книжек:

1) Риск утечки информации в результате взлома системы или компьютерного сбоя.

2) Возможно дополнительные затраты на доработку программы кадрового учета, или покупку новой программы, а также её технической поддержки.

3) Возможное отсутствие доступа к Интернету, либо неумение им пользоваться.

4) Ошибочный перенос данных от работодателя в ПФ.

Главным отличием электронной трудовой книжки от книжки бумажного формата является то, что в физическом виде трудовой книжки существовать не будет. Вся информация

о рабочей деятельности будет храниться в цифровом виде. Ещё одно отличие — в электронную версию не будут вносить информацию об образовании работника и его поощрениях.

В связи с переходом на электронные трудовые книжки Пенсионный фонд России разработал новый отчет СЗВ-ТД для предоставления сведений о трудовой деятельности работников, который работодатели должны будут сдавать уже с 1 января 2020 года. Порядок сдачи как у СЗВ-М—до 15-го числа каждого месяца. Он должен содержать сведения о мероприятиях, произошедших с сотрудником за последний месяц. То есть с 1 января 2020 года в обязанности работодателей входит уведомлять ПФР обо всех кадровых перемещениях работника.

Форма СТД-Р для сведений о трудовой деятельности, предоставляемая работнику работодателем — форма, которая ранее носила название «Сведения о трудовой деятельности работника» СЗИ-ТД. Работодатель выдает форму СТД-Р по запросу работника (в том числе и бывшего). Увольняющемуся сотруднику форму СТД-Р надо выдать в его последний рабочий день. Фактически, это аналог выписки из трудовой книжки по работе в компании.

Введение новых трудовых книжек призвано избавить бизнес, отделы кадров компаний от излишних трудозатрат, помочь минимизировать риск потери работниками сведений о своем трудовом стаже. Кроме того, ситуации, когда вследствие реорганизации или ликвидации организации работник не может подтвердить свой стаж, уйдут в прошлое.

Список литературы:

1. Семина А.П., Гладкая К.В. Использование информационно-коммуникационных и виртуальных технологий в обучении персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №11. — С. 69.

2. Бахтина А.Г., Семина А.П. Использование профессиональных стандартов на предприятиях аэрокосмической промышленности: опыт и перспективы // Московский экономический журнал. — 2019. — №3. — С. 36.

3. Тихонов А.И., Коновалова В.Г. Отношение российских работодателй к автоматизации в сфере управления персоналом: технологии искусственного интеллекта и подбор персонала // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. — 2019. — №2. — С. 79-84.

Компетентностный подход к управлению человеческими ресурсами в аэрокосмической промышленности

Новоселов А.С.
РУДН, Москва
conference_recruitment@mail.ru

Аэрокосмическая промышленность является стратегически важной отраслью для экономик стран в современных экономических условиях. Результаты, получаемые в рамках этой отрасли, как показывают многочисленные исследования, оказывают существенное влияние на национальную конкурентоспособность страны. Как известно, конкурентоспособность страны обеспечивается конкурентоспособностью предприятий, формирующих, прежде всего, её промышленный комплекс. При этом успех предприятий в конкурентной борьбе зависит от способности создавать и производить уникальные продукты с высокими конкурентными преимуществами, востребованные рынком и соответствующие потребительским ожиданиям.

Создание перспективного конкурентоспособного продукта становится возможным в результате развития инновационного потенциала, накопления интеллектуального капитала и формирования уникальных компетенций организации при условии достаточного ресурсного обеспечения для «трансформации» указанных компонентов в конечный продукт. В данных условиях особую важность приобретает развитие компетентностного подхода к управлению человеческими ресурсами организации.

В настоящее время теория стратегического управления представляет источник конкурентного преимущества в динамических способностях, под которыми многие исследователи понимают компетенции организации и компетентность персонала [1, 2]. Однако у термина «компетентность» нет единого определения, поскольку он трактуется исследователями по-разному.

В науке развитие компетентностного подхода берет начало в трудах Д. МакКлелланда, который в 1959 г. ввел понятие «переменные компетенции», используемое при описании качеств личности работника. Его работы были направлены на сопоставлении качеств работников и определении особенностей их поведения, влияющих на выполнение определенной работы.

Развитие компетентностного подхода к управлению человеческими ресурсами имеет ряд преимуществ для организаций, к числу которых можно отнести:

• Возможность прогнозирования потребностей в человеческих ресурсах, необходимых для реализации перспективных проектов;

• Формирование «паспорта компетенций» сотрудников и подразделений, что позволит осуществлять формирование гибких проектных групп, обладающих знаниями и умениями для реализации конкретных задач проекта;

• Формирование приоритетных направлений развития кадровой политики организации;

• Выявление необходимости обучения и переподготовки сотрудников и др.

Тем не менее, в настоящее время компетентностный подход ещё не получил такого широкого развития в авиакосмической отрасли России, как за рубежом. Вместе с тем, в силу существенных положительных результатов использования данного подхода в зарубежной практике, на наш взгляд, необходимо выработать рекомендации по его внедрению в рамках всей аэрокосмической промышленности.

С целью использования данного подхода в рамках отрасли необходимо осуществить ряд мероприятий, основными из которых будут следующие:

• Систематизация компетенций предприятий, используемых для создания конкурентных преимуществ;

• Построение механизма взаимодействия межу предприятиями – центрами компетенций отрасли;

• Оценка соответствия компетенций сотрудников решаемым задачам по созданию перспективной продукции и услуг в рамках компетенций предприятия;

• Организация обучения и повышения квалификации персонала;

• Разработка целостной системы управления человеческими ресурсами предприятия в рамках компетентностного подхода.

Таким образом, по мнению авторов, в настоящее время одним из наиболее актуальных вопросов в области управления персоналом авиакосмических предприятий является практическое внедрение компетентностного подхода, позволяющего преобразовывать компетенции сотрудников в конкурентные преимущества продукции, создающей конкурентоспособность организации.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 19-29-07348 мк «Развитие экономической теории управления человеческим капиталом и методологии ускоренного формирования интеллектуального потенциала России с созданием интегративного междисциплинарного механизма формирования и измерения человеческого капитала как ключевого фактора повышения конкурентоспособности России».

Список литературы:

1. Катькалов В.С. Эволюция теории стратегического управления. – СПб.: Высшая школа менеджмента, 2011. – 544 с.

2. Chursin A., Tyulin A. Competence Management and Competitive Product Development: Concept and Implications for Practice. – Heidelberg, Germany: Springer International Publishing, 2018. – 234 p.

3. Mintzberg H., Lampel J., Ahlstrand B. Strategy safari: a guided tour through the wilds of strategic management. – NY: Free Press, 2005. – 416 p.

4. Чуланова О.Л. Управление персоналом на основе компетенций. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 122 с.

Современные методы обучения персонала

Облогина К.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
obloguina@mail.ru

В современном обществе невозможно обойтись без определенных умений и навыков, которые позволяют на практике добиться поставленной цели и существенно повысить производительность труда.

Обучение, повышение квалификации и переподготовка персонала являются основными этапами в развитии любого предприятия. Суть программ, продолжительность и эффективность обучения персонала отличаются. Неверный выбор влечет за собой необоснованные материальные затраты.

На сегодняшний день актуальными являются традиционные методы обучения такие, как тренинги, лекции, семинары, стажировки и наставничество. Из широкого спектра эффективных методов обучения персонала можно выделить методы, которые уже активно используются в России или только начинают использоваться:

- Дистанционное обучение;
- Видеокурсы;
- Модульное обучение;
- Кейс-обучение;
- Деловая игра;
- Метафорическая игра;
- Ролевая игра;
- Мозговой штурм;
- Поведенческое моделирование;
- Обучение действием;
- Сторителлинг;
- Баскет-метод;
- Shadowing;
- Secondment;
- Ротация.

В компаниях авиационных и ракетно-космических отраслей обучение персонала представляет собой развитие управленческих, профессионально-технических и бизнес-компетенций. Компании основываются на практике отечественных и зарубежных предприятий авиационной и космической отрасли, разрабатываются различные проекты, в ходе которых специалисты могут отработать полученные знания.

Выбирая подходящий метод обучения персонала на предприятии, необходимо ориентироваться на желаемый результат и учитывать финансовые и технические возможности.

Список литературы:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, 2018.

2. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли // Учебное пособие / Москва, 2017.

3. Семина А.П., Федотова М.А., Тихонов А.И. Обучение персонала в современных компаниях: проблемы и новые направления // Московский экономический журнал. 2016. № 3. С. 33.

Способы поиска IT-персонала

Оганезова Я.А.
Научный руководитель — Кузьминский А.Е.
МАИ, Москва
yoganezova@mail.ru

На данный момент IT-сфера является одной из самых стабильных на рынке труда. Спрос на IT-специалистов продолжает расти с каждым днем.

Можно выделить несколько самых востребованных специалистов по итогам 2019 года: фронтенд разработчики, PHP разработчики, JAVA разработчики, системные администраторы, тестировщики, 1С-программисты, мобильные разработчики (IOS, Android).

Если анализировать работные сайты, то примерно 1/3 всех вакансий занимают IT-вакансии.

Проблема подбора специалистов в сфере информационных технологий заключается в том, что предложений больше, чем самих разработчиках. Зачастую, чтобы закрыть вакансию необходимо прибегнуть к хэдхантингу. Предложений у IT-специалистов всегда много, и чтобы получить ответ от кандидата нужно «зацепить» его письмом.

Лучше всего связываться с кандидатами через социальные сети или отправлять письма. Некоторые соискатели негативно относятся к звонкам, так как после разговора информация быстро стирается и кандидат может просто забыть про вакансию.

Самыми эффективными способами поиска являются: работные сайты, социальные сети, а также митапы и конференции.

Поиск через работные сайты наиболее успешный, так как происходит общение с кандидатами, которые уже находятся в поиске работы. Бывают редкие случаи, когда соискатели просто просматривают рынок, но и в таких ситуациях можно убедить кандидата рассмотреть вакансию. На работных сайтах можно просто размещать вакансии и просматривать отклики, а можно вести поиск и отправлять письма кандидатам напрямую.

Поиск в социальных сетях сложнее, так как нельзя узнать личные данные кандидата (телефон, почта). Чтобы вести поиск в социальных сетях необходимо отправлять письма, ориентированные на данного кандидата. К сожалению, социальные сети не дадут полную информацию об опыте кандидата, поэтому поиск может быть немного «слепым». Плюсы этого поиска в том, что кандидат будет иметь меньше предложений от других компаний.

Митапы и конференции – это возможность пообщаться со специалистами напрямую. Часто компании устраивают такие мероприятия и приглашают разработчиков выступать на них, а также просто поприсутствовать.

Поиск специалистов IT-сферы довольно сложный, так как на этом рынке большая конкуренция и хорошего разработчика могут просто переманить.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Коновалова В.Г. Отношение российских работодателей к автоматизации в сфере управления персоналом: технологии искусственного интеллекта и подбор персонала // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. — 2019. — №2. — С. 79-84.

2. Тихонов А.И. Эффективный метод подбора персонала: рекомендательный рекрутмент // Дискуссия. — 2019. — №3(94). — С. 41-46.

3. Семина А.П., Агеев М.Н. Анализ и совершенствование технологий рекрутмента лётного персонала авиакомпании // Московский экономический журнал. — 2019. — №11. — С. 89.

Совершенствование системы подбора персонала предприятия

Огонькова Т.В.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
ogonkova-tv@mosmetro.ru

Актуальность выбранной темы состоит в том, что, отбор новых работников не только обеспечивает режим нормального функционирования организации, но и закладывает фундамент её будущего успеха. Деятельность по поиску и привлечению кандидатов, подходящих для вакантных должностей предприятия, считается основной задачей службы по персоналу. Непрофессиональный подбор персонала может привести к задержке сроков выполнения работ, падению прибыли компании, нарушению бизнес-процессов. В результате системных ошибок в области подбора персонала менеджер должен будет вернуться в исходную точку: заниматься подбором новых кадров, тратя на это время и средства. Чтобы процесс поиска кадров приносил максимальную пользу, нужно иметь представление о том, какие источники подбора персонала существуют, какие методы оценки соискателей лучше использовать, что необходимо для успешного проведения собеседования. Это позволит рекрутерам подбирать талантливых и инициативных сотрудников.

В качестве базовой организации для анализа системы найма персонала выступило ГУП Московский метрополитен. В ходе проведенного исследования было выявлено, что деятельность по поиску кадров в организации обеспечивает грамотное, но не всегда полное и своевременное обеспечение трудовыми ресурсами.

Проанализировав имеющиеся проблемы системы набора, отбора и найма персонала ГУП «Московский метрополитен», были рассмотрены пути их решения:

1. Привлечение к информированию о вакансиях тех источников, которые вполне эффективны на региональном рынке труда, но при этом являются либо незатратными, либо малобюджетными.
2. Работа с негативными отзывами сотрудников.
3. Работа с имиджем предприятия (разработать новую систему мотивации с пересмотром штрафных санкций, наладить процессы адаптации и обучения, улучшить условия труда для сотрудников.
4. Использование чат-бота для поиска и предварительного отбора персонала.
5. Поиск и отбор сотрудников в других регионах с использованием Skype-интервью.
6. Использование новых источников поиска и digital – технологий: социальные сети, совместно с программистами и веб-дизайнерами разрабатывать красивые лендинги.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Федотова М.А., Чекан А.А. Проблемы и особенности автоматизации подбора персонала // Московский экономический журнал. 2019. № 10. – С. 29.
2. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.
3. Михайлов А.А., Кузьминский А.Е., Смирнова Т.С., Проблема профессионального стресса работников промышленных предприятий // Московский экономический журнал. — 2019. — №8.

Особенности мотивационной оснащенности технических работников авиационно-космической отрасли на примере Службы периодического технического обслуживания международного аэропорта Шереметьево имени А.С. Пушкина

Ольховская В.С.
Научный руководитель — Денисов А.М.
РТУ МИРЭА, Москва
leraleralera431@gmail.com

Одними из ключевых сотрудников авиационной отрасли, обеспечивающими безопасность полётов наряду с пилотами, штурманами и инженерами являются специалисты, осуществляющие техническое обслуживание воздушных судов. В настоящее время каждый современный тип самолёта имеет свою программу технического обслуживания от завода-изготовителя и каждый эксплуатант обязан следовать данному регламенту ТО. Тем самым на специалистов, обеспечивающих исправность воздушного судна, накладывается большая ответственность следить за эффективной работой всех систем, а также следовать четкой инструкции и не нарушать её последовательность.

В своем исследовании автор постарался выявить особенности мотивационной системы специалистов Службы периодического технического обслуживания международного аэропорта Шереметьево имени А.С. Пушкина, численность которой составляет около 7000 человек.

Заработная плата специалистов складывается из:

1. Оклада (стартовая сумма такого оклада начинается с 22 тысяч рублей);
2. Процента вредности (18% от оклада);
3. Наличие у сотрудника допуска на обслуживание отдельных систем воздушного судна (наличие трех допусков составляют прибавку в 70% от оклада);
4. Надбавка за наличие полного допуска к обслуживанию определенного узла всего воздушного судна (например, допуск ко всей электросистеме означает прибавку к заработной плате в размере 20000 рублей).

Из этого можно сделать вывод о том, что наличие у технических специалистов определенного набора допусков на обслуживания определенных систем поощряется со стороны организации.

В настоящий момент автором проводится практическое исследование по оценке уровня удовлетворенности специалистами Службы периодического технического обслуживания международного аэропорта Шереметьево имени А.С. Пушкина данной системы мотивации с целью выявления возможностей использования дополнительных инструментов для её совершенствования.

Массовый подбор персонала

Петрикова К.С.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
erohina_86@inbox.ru

Массовый подбор персонала — технология, которая используется для набора масштабного количества кадров на похожие или одинаковые должности за короткий промежуток времени.

Главная отличительная черта массового подбора – это наличие огромного количества похожих рабочих мест (в банках это, как правило, специалисты контакт центра, консультанты) и короткие сроки для их перекрытия. И наряду с тем — степень надежности, поскольку от качества работы кадрового работника зависит работоспособность организации, а любая ошибка или оплошность могут привести к серьезным материальным утратам.

В кадровом бизнесе массовый подбор персонала предполагает программу для организации, которая нуждается в большом количестве персонала за короткий срок, по большей части, реализационного уровня. К массовому подбору часто относятся региональные программы, которые ставят перед кадровой службой или самой организацией цели поиска и отбора масштабного количества соискателей на идентичные должности в разных регионах страны или мира. Идентифицировать массовый подбор можно по следующим критериям:

1. Обширность.
2. Период длительности.
3. Способы подбора.
4. Места, на которые требуется персонал.

Необходимость массового подбора появляется при следующих обстоятельствах:

1. При совокупном подборе сотрудников различных должностей при открытии нового филиала организации.

2. При масштабном поиске сотрудников на одинаковую должность, например, для сезонной распродажи, участии в выставках и прочее.

3. При цикличном поиске работников из-за увеличения компании и штата сотрудников, а также если в организации присутствует ротация кадров.

В зависимости от количества источников и нужд, организация постоянно находит необходимый и эффективный метод массового подбора.

Чаще всего, массовый подбор доверяют сотрудникам кадрового отдела организации. Это практичнее, поскольку работники организации намного лучше знают, какие именно сотрудники им нужны. Эффективность сотрудников кадров зачастую зависит от количества нужного времени у работников на тщательный и детальный поиск и отбор новых специалистов. Но наиболее важное — это преждевременно оценить, сможет ли организация «взвалить себе на плечи» данную работу. В случае отсутствия необходимого времени или резервов наиболее логичнее нанять специалистов извне. Если директор нанимает специалистов извне, то главной целью специалистов является: сокращение времени поиска и отбора персонала и справиться с данной задачей как можно продуктивнее.

Исходя из этого можно сделать вывод, что отличительной чертой массового подбора является – существование значительного объема вакантных должностей и короткие сроки на их «закрытие». Помимо этого, массовый подбор персонала отличается высокой ответственностью: от компетентной работы HR-специалистов, как правило, зависит появление новых филиалов компании, каждая ошибка может стоить для руководителя компании больших материальных затрат. Массовый подбор — это крупный проект, поэтому он должен быть, прежде всего, тщательно спланирован и организован.

Список литературы:

1. Базарова Т.Ю., Еремина Б.Л. Управление персоналом: Учебник для вузов – 3-е изд., перераб. и доп.- М: ЮНИТИ, 2006. – 369 с.

2. Литвинцева Н. А. Психологические аспекты подбора и проверки персонала. — М.: Бизнес-школа "Интел-синтез, 1997. – 395 с.

3. Тихонов А.И. Эффективный метод подбора персонала: рекомендательный рекрутмент // Дискуссия. — 2019. — №3(94).

4. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

Анализ особенностей найма самозанятых

Пирогова Е.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Морозова И.В.
МГОУ, Москва
pirogova-01@mail.ru

Современный рынок труда в России переживает падение численности трудоспособного населения. В период до 2025 года проявится сразу 2 сложных для России демографических провала, это дети детей военного времени и одновременно дети 90-х. Это наименьшие по числу рождаемости периоды новейшей истории России. По данным специалистов этот провал может продлиться ещё 15 лет.

В сегменте рабочих специальностей уже падает численность молодежи. В сегменте квалифицированных специалистов эта же проблема пока решается за счет экстенсивных процессов, например, удержание возрастного сегмента, но в дальнейшем может наметиться падение.

Ещё одной проблемой является добровольный временный, но продолжительный уход из рядов экономически активного населения женщин с маленькими детьми. Аналогичной проблемой является уход с рынка труда работников, потерявших свое здоровье. Возрастной сегмент средней квалификации планово уходит с рынка по возрасту, посвящая свое время семье, отдыху и здоровью.

Руководство России, опираясь на прогнозы РОССТАТа, демонстрирует свою озадаченность демографическими проблемами в России, самая важная из которых — это уменьшение доли работающих к доле пенсионеров. Взглянув на эту проблему, как на проблему поиска новых форм занятости для трудоспособного населения, Правительство РФ не перестает обновлять предложения по этому вопросу.

Самой последней возможной формой обновленных социально-трудовых отношений стало введение статуса самозанятых.

Согласно ст. 2 ФЗ № 422 от 27.11.2018 стать самозанятыми и участвовать в эксперименте могут: физлица, получающие доход от профессиональной деятельности, исключающей трудовой договор. Важно, чтоб они действовали самостоятельно, без наемных работников.

Такое нововведение на фоне предпринимаемых в России мер по повышению производительности труда должно создать дополнительные условия для дозагрузки имеющихся специалистов. Эти меры создадут дополнительный эффект для решения проблемы падения ВВП из-за снижения численности трудоспособного населения.

Список литературы:

1. Васин С. и др. Сокращение и старение трудовых ресурсов неблагоприятно для рынка труда// Демоскоп Weekly N 429 Режим доступа: 23.11.2019, http://www.demoscope.ru/weekly/2010/0429/tema01.php

2. Управление персоналом: современные проблемы и тенденции развития. Жураховская И.М., Жураховский А.С., Истратий А.Ю., Козлова Е.Г., Коновалова О.В., Морозова И.В., Федотова М.А., Чекан А.А., Шолотонова Е.С., Москва, 2014.

Обучение и методы развитие персонала в организации на примере ПАО «Компания "Сухой"»

Поликашина О.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
polikaschina2010@yandex.ru

Обучение персонала важная стадия развитие работников в компании. Каждая организация применяет различные методы подготовки персонала для повышения квалификации работников, чтобы обеспечить поддержание конкурентоспособности компании. Развитие

сотрудников способствует созданию благоприятной корпоративной культуры между сотрудниками и увеличивает их лояльность по отношению к организации.

Обучение персонала — это организационный и целенаправленный процесс овладения знаниями, умениями и навыками сотрудниками компании для достижения определённого результата, как правило, для повышения эффективности деятельности коллектива и компании в целом. [1, с. 2]

ПАО «Компания «Сухой»», — российская компания, занимающаяся разработкой, производством, послепродажным обслуживанием, включая поставку запасных частей и оборудования боевых и гражданских самолётов.

Большая часть сотрудников ПАО «Компания «Сухой»» находится в возрастном диапазоне от 20 до 30 лет, что является определяющим моментом при выборе направлений развития корпоративной культуры. Этому способствует корпоративная поддержка обучающихся: для студентов предоставляется возможность работы по гибкому графику, а также выбранная политика найма, направленная на привлечение молодых специалистов.

В связи с тем, что на современном этапе развитие информации обрушивается на всех большим и быстрым потоком, то для ведения успешной трудовой деятельности сотрудники должны на постоянной основе повышать уровень своей профессиональной квалификации.

Среди положительных моментов, характеризующих кадровую политику организации, следует выделить: регулярную аттестацию персонала в компании, рациональный подбор и расстановку кадров, соотношение оплаты труда с выполняемой работой, уверенность сотрудников в получении стабильного заработка.

Среди негативных моментов, которые выявлены в осуществлении кадровой политики организации, необходимо отметить: профессиональное обучение сотрудников со стороны компании производится достаточно редко; требует усилий корпоративная культура и уровень проведения общих культурных мероприятий.

Важнейшим моментом в выборе метода обучения является осознание цели обучения, продумывание вместе с обучающим сотрудником того результата, к которому необходимо прийти, а также учет рисков и возможных негативных последствий от того, что сотрудник временно не выполняет свои обычные обязанности, или выполняет их не в полную силу.

Одним из самых востребованных является дистанционная форма.

Дистанционное обучение в ПАО «Компании «Сухой» предполагает взаимосвязь бизнес-тренера или коуча со слушателями на расстоянии, при этом сохраняя все элементы учебного процесса, при помощи интернет технологий и других средств. Использование такого формата позволяет оптимизировать задачу по развитию и обучению персонала компании, сэкономить время и финансы, а также, поднять общий минимальный уровень знаний и навыков персонала до единого, необходимого для успешного выполнения своих обязанностей.

Список литературы:

1. Семина А.П., Федотова М.А., Тихонов А.И. Обучение персонала в современных компаниях: проблемы и новые направления // Московский экономический журнал. 2016. № 3. С. 33.

Особенности адаптации персонала на авиационном предприятии

Половинкина М.Е.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
Virtus1290@gmail.com

Каждый сотрудник в процессе трудовой деятельности проходит индивидуальный путь, от собеседования и первой встречи с коллективом, до изменений в должности или места работы. Очень важную роль в каждом этапе пути играет своевременная и качественная адаптация. Сложность построения системы адаптации вновь принятых работников имеет особую важность и актуальность главным образом на предприятиях. Поскольку программа адаптации приводит к повышению эффективности функционирования персонала и предприятия в целом.

Задачи адаптации персонала должны быть включены в кадровую политику компании. А разработкой программы по адаптации на авиационных предприятиях должны заниматься профессиональные кадровики и психологи.

Предметом исследования является процесс адаптации персонала в компании ПАО «Туполев».

В ходе исследования были выявлены следующие формы адаптации, которые применяются на предприятии:

• Положения по адаптации;

• Контроль за выполнением предписанных мероприятий;

• Электронный вариант общей литературы о предприятии, который можно хранить на почте;

• Корпоративный портал, на котором размещена вся необходимая информация о ПАО «Туполев», о возможностях и льготах для сотрудников, а также возможность оставлять сотрудниками отзывы и предложения.

Список литературы:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018

2. Тихонов А.И., Чунина М.Е. Развитие системы наставничества как важный элемент адаптации персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №9. — С. 76.

3. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли / Ставрополь, ЛОГОС. 2019.

Публичное выступление как способ профессионального воздействия на аудиторию

Просвирина Н.В.
МАИ, Москва
nata68.92@mail.ru

В процессе общения или презентации любой выступающий перед аудиторией стремится повлиять на нее, побудить к определенным действиям, убедить и замотивировать. Наиболее эффективным методом влияния является публичное выступление, например, на конференции, хорошая подготовка и качественное проведение которого гарантирует оратору, что аудитория примет благоприятное для него решение.

Под публичным выступлением понимается официальное выступление оратора перед аудиторией, изложение какой-либо информации с определенной целью, которая может быть следующей: проинформировать, объяснить, заинтересовать, убедить, переубедить, побудить к действию или воодушевить.

Убеждающая речь является самым важным видом речи в различных сферах деятельности (профессиональной, деловой, политической, социальной). Она применяется в тех случаях, когда перед говорящим стоит задача укрепить или изменить мнение слушателей или побудить их выполнить какое-либо действие. Также на результативное публичное выступление влияет не только его содержание, но и впечатление, которое оратор произведет на аудиторию (внешний вид, стиль, манеры, имидж оратора).

Эффективное воздействие на аудиторию оказывают следующие способы:

• Эффект первых фраз (привлечение внимания к себе как к личности);

• Эффект квантового выброса информации (используется для предупреждения потери внимания слушателей элементами новизны);

• Эффект аргументации;

• Эффект релаксации (психологическое объединение разных слушателей для их сплочения в интеллектуальной деятельности, удержания и усиления их внимания);

• Эффект аналога;

• Эффект воображения;

• Эффект дискуссии;

• Эффект эллипса (намеренный пропуск структурно необходимого элемента высказываний, который в данном контексте легко восстанавливается).

Во время публичного выступления оратор использует психологические приемы, которые призваны:

1) привлечь внимание слушателей к речи с самого начала и удерживать внимание аудитории до конца общения с нею оратора, усиливая её внимание к речи на самых важных её этапах;

2) обеспечить активное мышление слушателей в соответствии с речью оратора, заставить аудиторию логически следовать за ним;

3) убеждать слушателей в правильности выводов оратора.

К основным ошибкам публичного выступления относятся:

• Демонстрация всезнайства;
• Различие интонации и тона речи с её содержанием;
• Неискренность;
• Оправдания и извинения;
• Отсутствие зрительного контакта;
• Неуместная мимика;
• Монотонность речи;
• Неадекватное использование «отрицательных» терминов;
• Много лишних суетливых движений по сцене;
• Неправильно расставленные паузы в предложении.

Публичная речь является важной составляющей информационного воздействия на публику, внушения и убеждения. Умение выступать на публике может пригодиться в любой момент повседневной жизни, даже если это не связано с областью профессиональной деятельности. Способность грамотно и ясно выражать свои мысли и желания говорит о выступающем, как о развитом и общительном человеке, которого интересно слушать. Ораторское искусство позволяет развить лидерские качества и эмоциональный интеллект.

Список литературы:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС.

2. Просвирина Н.В. Особенности подготовки бизнес-презентации высокотехнологичных проектов // В книге: 18-я Международная конференция "Авиация и космонавтика — 2019" Тезисы. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). 2019. С. 297-298.

3. Просвирина Н.В., Тихонов А.И. Интегрированный подход в подготовке и развитии персонала на предприятиях авиационной отрасли // Финансовая экономика. 2018. №7. С. 202-205.

Использование автоматизированных систем бизнес-аналитики в управлении персоналом

Прохорова В.С.
Научный руководитель — к.э.н. Просвирина Н.В.
МАИ, Москва
vikaproha.2703@gmail.com

В современном мире с учётом быстрого развития технологий автоматизации социальных процессов одной из важнейших задач является своевременное и квалифицированное применение таких технологий в задачах широкого спектра. Наиболее широко можно отметить нарастание спроса к применению технологий автоматизации в бизнес-процессах, а также процессах кадрового делопроизводства и управления персоналом.

В настоящее время одной из важнейших задач предприятий ракетной и аэрокосмической промышленности является задача структурирования кадровых процессов и создания «экосистем» предприятий, позволяющих обеспечить, как и укрепление мотивационной

заинтересованности имеющегося персонала, так и формирование её у молодых специалистов, осуществляющих поиск работы.

Ввиду того, что структура такой «экосистемы» чрезвычайно сложна, от специалистов по управлению персоналом требуется применение современных средств для осуществления анализа эффективности кадров и бизнес-процессов.

Автором произведен анализ применения таких систем на основе систем автоматизации SAP, Business Studio и 1С.

В работе раскрыты положительные и отрицательные стороны данных программ. Введение таких программ на предприятия аэрокосмической промышленности позволяет упорядочить данные, расчеты и учет операций, а также снизить потери, связанные с движением кадров.

Такие системы, позволяют серьезно сократить время принятия решений и согласования результатов на всех управленческих уровнях, обеспечить эффективность управления персоналом. Затраты на управление персоналом снижаются, а производительность труда растет. Для предприятий средних и крупных размеров, которые заинтересованы в таком результате, использование этих программных продуктов – необходимость.

Список литературы:

1. Михайлов А.А., Федулов В.И. Информационные технологии как элемент управления процессом профессиональной адаптации молодых специалистов на предприятиях аэрокосмического комплекса // Московский экономический журнал. — 2019. — №2. — С. 17

2. Тихонов А.И., Коновалова В.Г. Отношение российских работодателей к автоматизации в сфере управления персоналом: технологии искусственного интеллекта и подбор персонала // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. — 2019. — №2. — С. 79-84

3. Краев В.М., Тихонов А.И. Управленческое консультирование на предприятиях аэрокосмической промышленности Учебно-методическое пособие / Ставрополь, ЛОГОС.2017.

Особенности рекрутинга IT-специалистов в аэрокосмической отрасли

Русакова А.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
Annmo@mail.ru

Немногие задумываются о программистах, когда происходит очередной запуск ракет. И мало, кто предполагает, что ещё играет важную роль помимо корпуса и двигателя, чтобы вся эта техника взлетела.

Большинство компаний, независимо от отрасли, сталкиваются с проблемой подбором и удержанием талантливых сотрудников. В современном мире технологии не стоят на месте, поэтому привлечение лучших специалистов из IT-сферы становится наиболее актуальным и важным аспектом. Компании хотят быть востребованными, использовать самые новейшие технологии на рынке, но для этого требуются специализированные люди, которые будут работать с теми или иными стеками технологий.

Программисты в аэрокосмической отрасли играют также важную роль, как и инженеры. В свою очередь они занимаются разработкой бортового ПО для какой-либо космической или авиационной техники. Считается, что в этой отрасли используется на порядок больше технологий и инструментов, чем просто обычные компании, где также работают программисты. К примеру, необходимо рассчитать конструкцию, прочность, температурные воздействия, баллистику, электрическую схему и т.д. Для всего этого используются свои инструменты разработки.

Космические компании нуждаются во многих технических специалистах, которые владеют особенными навыками. Например, требуется тестировщик, который знаком со спецификой космического ПО.

Сразу напрашивается вопрос: «А как же таких технических специалистов найти и привлечь в аэрокосмическую отрасль?»

Рекрутинг IT-специалистов – направление, являющееся пассивным поиском. Пассивный поиск называется так, потому что большая часть специалистов не находятся в активном поиске работы, поскольку уже заняты на других проектах. Рынок IT – это «горячая» сфера, почти все компании «охотятся» за такими специалистами.

В аэрокосмических компаниях используются свои языки программирования. Кроме того, необходимо повышать не только производительность таких технических специалистов, но и их численность. И это вызывает затруднение.

Задача IT-рекрутинга для отрасли состоит не только в поиске таких специалистов, имеющие необходимые ключевые умения и навыки для авиации и космонавтики, но в умении заинтересовать в определенном проекте.

Большинство программистов могут перейти в другие компании, где используются современные стеки технологий, потому что каждый такой специалист стремится узнавать новое и быть в теме всех событий. Кроме того, практически все заинтересованы в разработке какой-либо системы с «нуля», потому что разработчики хотят чувствовать свою значимость и полезность в команде. Поэтому так важно правильно подойти в привлечении на определенный проект таких специалистов.

Существует стандартный набор привлечения таких кандидатов, однако им уже не удивишь. Материальная составляющая является необходимым, но недостаточным условием для мотивации. Основные мотиваторы IT-специалистов:

• Работа по новейшим технологиям и возможность внедрения собственных;
• Четко выстроенные процессы взаимодействия внутри команды и компании в целом;
• Интересный проект и продукт;
• Корпоративная культура, как совокупность моделей поведения сотрудников компании;
• Гибкий график или возможность работать удаленно;
• Удобное расположение офиса;
• Профессиональный рост (тренинги, курсы, конференции) и возможность изучать новые технологии;
• Индивидуальные планы развития сотрудника;
• Проведение корпоративных мероприятия.

Данный список с каждым годом будет только расти. Большинство компаний уже придумывают нестандартные бонусы, которые будут делать их проект наиболее привлекательным, чем проект конкурента.

1. Тихонов А.И., Коновалова В.Г. Отношение российских работодателей к автоматизации в сфере управления персоналом: технологии искусственного интеллекта и подбор персонала // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. — 2019. — №2. — С. 79-84.

2. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения // СТИН. 2017. № 12. С. 6-8.

3. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018.

Проблемы HR специалистов в работе с соискателями с ограниченным возможностями

Самсонов Е.В.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва
egor.samsonov.2018@mail.ru

Во всем мире насчитывается более 1 млрд. человек с ограниченными возможностями, а в Российской Федерации эта цифра переваливает за 10 млн. человек. Одной из главных проблем, с которыми встречается инвалид – проблема трудоустройства. Несомненно,

ситуация с трудоустройством людей с ограниченными способностями с каждым годом меняется в лучшую сторону. Огромное количество компаний создают условия для людей с особыми потребностями, в которой каждый человек будет чувствовать себя комфортно, не взирая на положение, пол, расу или инвалидность. Любой HR, который изъявляет желание помочь трудоустроиться инвалидам, проходит бесплатный курс по этике общения с людьми с ограниченными возможностями.

Безусловно, дискриминация при приеме на работу людей с ограниченными возможностями сохранилась. Это связано с «опасениями» и непониманием компаниями нормативно–правовой базы и прав инвалидов, в том числе с банальной некомпетентностью сотрудников в этом вопросе. На сегодняшний день принимаются законы и выделяются субсидии на уровне федерации и регионов, которые способствуют расширению применения их возможностей без дискриминации с учетом установленных квот. При приеме на работу инвалидов HR – менеджер сталкивается с определёнными трудностями. Существуют три главные проблемы, волнующие работодателей: на какие должности брать инвалидов, как создать доброжелательные отношения в коллективе с новым работником и какие обязательства у компании по условиям труда инвалидов. Прием инвалида на работу проводится на общих основаниях, как и с обычными сотрудниками. Необходимо обратить внимание на оформление трудового договора. Работодатель обязан уделить пристальное внимание статусу работника (его группе), а также должны быть отображены положенные льготы и гарантии сотруднику.

В статье 65 ТК РФ говорится о минимальном наборе документов инвалида при трудоустройстве:

- Паспорт гражданина РФ;
- Трудовая книжка;
- Страховое свидетельство РФ;
- Военнообязанным гражданам – справка из военкомата о состоянии на учете;
- Диплом или свидетельство об образовании, дополнительное образование и т.д.

Инвалид сам вправе решать о предоставлении справки о наличии группы инвалидности. Конечно, не во всех отраслях могут работать люди с ограниченными возможностями.

Для разных категорий инвалидности выделяются разные места для трудоустройства: Профессиограммы для лиц с ограничением по слуху (Веб-дизайнер, закройщик, зубной техник, инженер–проектировщик, оператор связи, кладовщик, сборщик ПК) Профессиограммы для лиц с ограничением по зрению: (бизнес – тренер, гардеробщик, лифтер, массажист, транспортный диспетчер, телемаркетолог, упаковщик, экспедитор, оператор call – центра) Профессиограммы для лиц с ограничением функций опорно–двигательного аппарата: (администратор баз данных, менеджер по туризму, методист, провизор, социолог, финансовый аналитик, специалист по рекламе в социальных сетях)

Подводя итоги, российское трудовое законодательство основано на положении, что наличие инвалидности не препятствует выполнению обычных трудовых функций. Работодателям стоит пересмотреть своё отношение к кандидатам с ограниченными возможностями, преодолеть барьеры в сознании общества. На работе сотрудник с инвалидностью может успешно социально адаптироваться, если ему в этом помочь, а организация получит высококвалифицированного специалиста, дорожащего своей компанией.

Список литературы:

1. Тихонов А.И. Эффективный метод подбора персонала: рекомендательный рекрутмент // Дискуссия. — 2019. — №3(94). — С. 41-46.

2. Семина А.П., Агеев М.Н. Анализ и совершенствование технологий рекрутмента лётного персонала авиакомпании // Московский экономический журнал. — 2019. — №11. — С. 89.

3. Агеев М.А., Семина А.П. Использование технологии SMM в подборе и отборе персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №2. — С. 1.

4. Тихонов А.И. Подбор персонала с использованием нетворкинга // Наука и бизнес: пути развития. — 2019. — №6(96). — С. 209-213.

Формирование команд в проектном менеджменте аэрокосмической отрасли

Семина А.П.
МАИ, Москва
semina-nasty@mail.ru

Аэрокосмическая отрасль является одной из сложнейших отраслей, так как является наукоемкой и стратегически важной для любого государства. Современные организации аэрокосмического профиля предъявляют к подготовке персонала, к его профессионализму высокие требования. Для организации работы на предприятиях аэрокосмической отрасли, для своевременного и оперативного принятия решений необходимо использование такую форму организации труда, как управление высоко слаженными самоорганизующимися командами.

Внедрение проектного управления в условиях неопределенности и рисков внешней и внутренней среды находится в числе стратегических приоритетов аэрокосмической промышленности. Формирование команды в проектном менеджменте – объединение группы сотрудников в организации для осуществления проектной деятельности. Необходимо различать понятия «команда проекта», а также «участники проекта». Термин «участники проекта» наиболее широкий. В зависимости от размера проекта, его типа, в организации проекта могут принимать участие множества организаций, а также людей из разных компаний. Каждый специалист имеет свои функции, инструкции, а также зону ответственности. Система формирования команды проекта в аэрокосмической отрасли включается в себя множество проблем и вопросов таких, как организационное планирование, кадровое обеспечение проекта, мотивации и стимулирования команды проекта и участников проекта.

В основе любого проекта есть цель. Для того, чтобы её достичь необходимо собрать команду профессионалов, которые обладают определенными знаниями, умениями и навыками в аэрокосмической отрасли, а также смогут работать вместе для достижения более высоких результатов (создание синергетического эффекта). Существует множество подходов к формированию команды проекта. Все они имеют свои преимущества и недостатки. Однако, стоит отметить, что качественное формирование команды зависит не только от самих сотрудников, приглашенных в проект, но также и от отношения руководства организации к способам по формированию команд.

Одна из главных целей формирования команды – это наиболее быстрое достижение результата. Однако в современных организациях очень часто специалисты по управлению персоналом и руководство на этапе формирования команд делают множество ошибок, которые препятствуют эффективной работе.

Список литературы:

1. Семина А.П. Команда как групповая форма организации труда // Вестник Алтайской академии экономики и права. — 2019. — №12. — с. 128-133.

2. Семина А.П., Федотова М.А. Формирование и развитие эффективной команды // Московский экономический журнал. — 2019. — №13.

3. Федотова М.А. Технологии искусственного интеллекта при прогнозировании эффективности командной работы: опыт, проблемы и перспективы практических исследований // Научный результат. Социология и управление. — 2019. — №2. — С. 93-106.

Мотивация персонала в ФГУП «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева»

Сергеенкова К.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва
karina.sergeenkova@bk.ru

Мотивация персонала является одним из способов повышения производительности труда. Принято выделять материальный (зарплата, премия, проценты от продаж) и нематериальный (соц. пакет, комфортные условия труда, доброжелательность в коллективе) виды мотивации. Применение каждого из них по отдельности дает результаты, но объединение в систему многократно увеличивает эффективность.

Рассмотрев мотивацию персонала в ФГУП «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева», следует отметить, что она существует, но имеет слабые стороны. Анализ мнений сотрудников, в том числе бывших, показал, что основной мотивационный фактор такой как, заработная плата неудовлетворителен. Это связано с тем, что в данный момент времени предприятие проживает кризис, находится в тяжелом финансовом положении и не имеет возможности повысить материальную мотивацию. При этом нематериальное стимулирование представлено широко и позволяет сотрудникам осуществлять:

- Воспитание детей в детских дошкольных учреждениях;
- Семейный отдых;
- Культурно-оздоровительный отдых;
- Размещение иногородних специалистов в гостиницах и общежитиях;
- Медицинское обеспечение;
- Социальное обеспечение.

Но, несмотря на наличие развитой инфраструктуры, количество работников в последние годы снижается. Отзывы сотрудников указывают на неудовлетворенность морально-психологическим климатом в коллективе. В качестве рекомендаций предлагаются следующие меры: создание комфортных условий труда; публичная похвала, показывающая ценность выполненной работы; поддержание корпоративного духа для улучшения коммуникации в команде. Дружелюбное отношение и внимание, поздравления со значимыми датами в разы повысят лояльность работника к организации, создадут эмоциональную связь между сотрудником и предприятием, наладят отношения между руководством и подчиненными, а вслед за этим повысится продуктивность рабочего процесса.

Для того чтобы вызвать рвение к работе и здоровый энтузиазм сотрудников можно провести эксперимент, когда каждый сотрудник первым делом по приходу на работу выделит 2 минуты для того, чтобы написать любому своему коллеге сообщение с благодарностью. Это должно привести к увеличению общего уровня счастья на работе. Сотрудники станут сплочённые, увереннее в своей роли и ценности в коллективе. Ну и конечно, сотрудники должны видеть перспективы на будущее, иначе большая вероятность растерять качественных, амбициозных и перспективных сотрудников.

Забота о создании комфортных условий труда, здоровой атмосфере внутри коллектива – приоритетная задача руководства предприятия.

Список литературы:

1. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. № 5. С. 22.

2. Желтенков А.В., Тихонов А.И., Гришин Д.В. Построение эффективной системы управления персоналом авиастроительных предприятий с использованием системы мотивации обучения и трудоустройства выпускников учебных заведений // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2016. № 4. С. 70-78.

3. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли / Ставрополь, ЛОГОС. 2019.

Адаптация персонала как элемент повышения эффективности деятельности организации

Соллогуб С.Е.
Научный руководитель — Федулов В.И.
МАИ, Москва
zhebrunova@mail.ru

Адаптация персонала в крупных социально-экономических организациях характеризуется сложной многоуровневой структурой. Процесс закрепления работников на предприятии, посредством успешной интеграции в трудовой коллектив, становится приоритетным направлением деятельности менеджмента, так как задача привлечения высококвалифицированных специалистов и купирования экономических издержек, связанных с дополнительным обучением, выходит на передний план в условиях рыночной конкуренции.

Формирование эффективного механизма профессиональной адаптации требует комплексного подхода. Особенно это касается сложноструктурированных производственных систем, например, таких, как крупные коммерческие кампании и государственные корпорации.

Одним из наиболее востребованных методов трудовой адаптации, зарекомендовавшим себя в качестве успешной практики интегрирования новых сотрудников в штат организации, является система наставничества. Наставничество представляет собой форму корректирующего управленческого воздействия на персонал путем профессиональной подготовки новых сотрудников более опытными работниками предприятия. Основным положительным аспектом данного метода является возможность осуществления процесса адаптации без отрыва от реальных задач производственной деятельности.

Тем не менее, научно-технический прогресс, оказывающий влияние на перманентную трансформацию рыночной конъюнктуры, обуславливает необходимость совершенствования и оптимизации всех элементов организации производственный деятельности. В полной мере вышесказанное касается и системы адаптации, которая – также, как и иные сегменты кадрового менеджмента – нуждается в постоянном подтверждении своего соответствия современной управленческой методологии.

Одним из наиболее перспективных подходов к формированию эффективной системы адаптации сотрудников является внедрение практики электронного наставничества, успешно проявившей себя в некоторых отечественных государственных и муниципальных учреждениях. Цифровизация представляет собой глобальную технологическую тенденцию, и коммерческие предприятия, так или иначе, вынуждены реагировать на подобные инновационные изменения, позволяющие совершенствовать деятельность социально-экономической организации.

Потенциал программ электронного наставничества определяется рядом характерных признаков, к которым принято относить:

•Гибкость процесса обучения, которая обусловлена возможностью удаленного использования программ адаптации;

•Сокращение затраченного времени — за счёт оптимизации прохождения уровней программы новым сотрудником;

•Возможность не только в контексте трудовой деятельности, но и в свободное личное время;

•Актуализация инструментов обратной связи с управленческим персоналом кампании и, непосредственно, персональным наставником;

•Применение, в том числе, в процессах дополнительного обучения и повышения квалификации (при условии внесения некоторых изменений в структуру адаптационной программы).

Дополнив практику профессиональной адаптации инновационной программой, включающей применение современных цифровых технологий, менеджмент предприятия способен существенно сократить издержки производственной деятельности и увеличить показатели эффективности социально-экономической организации.

Список литературы:

1. Краев В.М., Тихонов А.И., Федотова М.А. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс. Учебное пособие. – Ставрополь: Центр научного знания «Логос», 2018. – 120 с.

2. Михайлов А.А., Кузьминский А.Е., Смирнова Т.С. Оценка профессиональных компетенций работников авиационной промышленности посредством методики KPI // Экономика и предпринимательство. – 2018. №6(95). С. 946-949.

3. Михайлов А.А., Кузьминский А.Е., Смирнова Т.С., Перепечкин М.Е. Применение методики KPI при оценке профессиональных компетенций работников авиационной промышленности // 16-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2017». 20-24 ноября 2017 года.

4. Михайлов А.А., Федулов В.И. Информационные технологии как элемент управления процессом профессиональной адаптации молодых специалистов на предприятиях аэрокосмического комплекса // Московский экономический журнал. — 2019. — №2.

5. Тихонов А.И., Чунина М.Е. Развитие системы наставничества как важный элемент адаптации персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №9. — С. 76.

6. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

Управление персоналом аэрокосмической отрасли

Солягина Н.Н., Яськова М.А.
Научный руководитель — к.э.н. Просвирина Н.В.
МАИ, Москва
natalisolyagina@yandex.ru

Аэрокосмическая отрасль считается одной из приоритетных в экономике. Несмотря на непростые и неоднозначные тенденции в экономическом и политическом взглядах межгосударственных взаимоотношений, совместная работа основных мировых держав в области гражданской авиации и космических технологий остается крайне актуальным с точки зрения возможностей последующего развития на данном направлении. Всё это, бесспорно, стимулирует профильно-ориентированные компании к последующему инвестированию в отрасль, углубляет заинтересованность к инновациям и расширению дальнейшего сотрудничества в сфере промышленности, связанной с аэрокосмической деятельностью.

Кадровый потенциал производственной и инженерно-конструкторской подготовки остается, несмотря на все трудности периода, наиболее ценным капиталом аэрокосмической отрасли. Однако вопросы, связанные с управлением персоналом в компаниях этой отрасли, раскрыты далеко не полностью.

На сегодняшний день компании аэрокосмической отрасли ставят перед собой задачу построения системы оценки персонала для того, чтобы стало возможно определять степень эффективности труда персонала. И стоит отметить, что главная научная значимость этой работы заключается в разработке рекомендаций по совершенствованию системы оценки эффективности труда персонала как фактора экономической эффективности деятельности персонала компаний аэрокосмической отрасли.

Оценка персонала рассчитывается на базе анализа:

• Размера теоретических знаний работников компании

• Способностями персонала использовать знания на практике

Методы оценки определенного сотрудника дают возможность руководителю определить умения подчиненного реализовать «продукт», необходимый для организации, с минимальными расходами со стороны последней.

Более востребованы такие методики оценки персонала:

• Аттестация.

• Тесты.

Аттестация

Метод аттестации предоставляет возможность проконтролировать степень профессионализма персонала организации. Ведется аттестация коллективно, оценку знаний сотрудников предоставляет комиссия, в состав которой вступают эксперты отдельных направлений.

Тесты

Тестовые методики оценки персонала могут помочь сформулировать справедливое мнение о претенденте на должность при приеме на работу.

Данная система показателей эффективности создана для того, чтобы быть инструментом, с помощью которого можно достичь поставленных целей и повысить работоспособность персонала. В этом случае сотрудники получают уверенность в том, что их навыки будут оценены, как с моральной, так и с физической точки зрения.

Список литературы:

1. Семина А.П., Федотова М.А., Тихонов А.И. Обучение персонала в современных компаниях: проблемы и новые направления // Московский экономический журнал. 2016. № 3. С. 33.

2. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018

3. Просвирина Н.В., Тихонов А.И. Повышение конкурентоспособности авиационного предприятия за счет эффективного управления трудовыми ресурсами // Экономика и предпринимательство. 2018. № 10 (99). С. 622-628.

Проблемы кадрового обеспечения предприятий авиационно-космической отрасли (на примере КБ Сухого отделение г. Жуковский)

Сорсорова М.Р.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.

МАИ, Москва

Gwendolynstudio@gmail.com

Для достижения стратегических целей любое предприятие аэрокосмической отрасли должно иметь внутреннюю отлаженную систему производства. Основа любого предприятия – это её персонал, так как без сотрудников определенной квалификации, у организации не будет заказов, а соответственно и прибыли.

Основной задачей и целью кадрового обеспечения предприятий аэрокосмической отрасли является своевременное предоставление персонала с требуемой квалификацией и в необходимом количестве. В связи с этим, для качественного подбора персонала специалистам по управлению персоналом необходимо решать следующие задачи: привлечение кадров, обучение кадров и удержание кадров на предприятии.

В своей работе автор провел анализ кадровой структуры предприятия ПАО «Компания Сухой». Наблюдаются несколько позитивных тенденций.

Например, низкая текучесть группы «до 30 лет» равна 10%, что отражает заинтересованность молодых специалистов в работе на предприятии. На предприятии наблюдается низкая доля сотрудников группы «более 60 лет», а также большая доля «30-39 лет» и «50-59 лет». Однако самой малочисленной является группа «40-49 лет». В связи с этим, через 10-15 лет группа «более 60 лет» станет одной из самых многочисленных, если не будет изменена кадровая политика. На 2014 год средний возраст на ПАО «Компания «Сухой» составляет 41,5. Однако, возможно стоит понизить этот возраст до 35-40 лет для более

эффективной работы предприятия, так как именно этот возраст считается «золотой серединой». Человек уже имеет достаточно опыта для принятия рациональных решений и достаточно рабочего потенциала для их воплощения.

Известно, что основной проблемой привлечения молодежи на работу на данное предприятие аэрокосмической отрасти является его специфика. Компания имеет в своём распоряжении не так много источников для приема группы «до 30 лет» на работу. Основными источниками являются:

1. Студенты и выпускники Московского авиационного института (национально-исследовательского университета);
2. Выпускники авиационного техникума;
3. Выпускники факультета аэромеханики и летательной техники, МФТИ;
4. Целевое направление или преемственность поколений.

После найма сотрудников данной возрастной группы возникают сложности с закреплением их на предприятии, с созданием качественных условий для привлечения молодых талантов, с разработкой наиболее оптимальной системы поощрений и мотивации, уменьшением текучести кадров, а также проблемы, связанные с качественной заблаговременной подготовкой кадрового резерва.

Большое количество молодежи считает не перспективной работу на предприятиях авиационно-ракетного направления, в связи с тем, что многие не знакомы с предприятиями изнутри, не понимают его корпоративную культуру, не чувствуют свою принадлежность к компании, сопричастность к её проблемам. Предприятия аэрокосмической отрасли не развивают у сотрудника лояльность к своей компании. У молодого специалиста степень принятия компании и терпимость к ней очень низкая.

Для решения данной проблемы необходимо активно развивать кампанию по ознакомлению будущих специалистов с местами их работы, привлекать различными интересными кейсами, которые встречались на практике и имеют решение, которое в реальном времени даст опыт и подготовит к работе с подобными случаями. Такие кейсы можно превращать в бизнес игры или использовать кейсы. Кейсы –не единственный вариант привлечения будущих работников в компанию, различные мероприятия на территории самого предприятия помогут не только понять, что работа здесь увлекательна, но и ускорят последующий период адаптации.

МАИ является одним из главных площадок «кузницы кадров» для аэрокосмической отрасли. В развитие образования автор считает необходимым ввести специальные лекции от представителей предприятия, так как пассивное практическое образование даст студентам необходимый опыт, который пригодится студентам для устройства на работу, а также продвижения карьерной лестницы.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Семина А.П., Силантьева Е.А. Основные тенденции кадрового обеспечения предприятий ракетно-космической отрасли // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. — 2016. — №2. — С. 6.

2. Краев В.М., Тихонов А.И. Управленческое консультирование на предприятиях аэрокосмической промышленности. Учебно-методическое пособие / Ставрополь, ЛОГОС.2017.

3. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс. Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018

Совершенствование морально-психологического климата в коллективе

Стребкова О.Г.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
strebkovao@mail.ru

Актуальность темы обусловлена тем, что уровень развития морально-психологического климата в трудовом коллективе напрямую влияет не только на самочувствие людей, но и на их деловую активность.

В качестве базовой организации был выбран ГУП «ОЦ «Московский Дом Книги».

В ходе проведенного исследования были выявлены следующие проблемы:

1. Низкий уровень знаний коллектива о деловых и личных качествах своих коллег, выраженный в посредственном значении такого показателя, как когнитивный компонент морально-психологического климата. Данное обстоятельство обусловлено спецификой организации рабочего процесса, выраженного в территориальной разобщённости сотрудников и низкой степенью тесного взаимодействия. В этой связи, решить проблему переорганизацией труда не представляется возможным в силу специфики организационной структуры ГУП «ОЦ «Московский Дом Книги».

2. Среднее значение «ориентации на дело», означающее недостаточный акцент на деловом сотрудничестве и решении деловых проблем, что значительно снижает степень эффективности коллектива и, как следствие, организации в целом.

3. Высокая степень нервного напряжения в организации, связанная как с коллегами по работе и руководителем, так и с работой в целом.

4. Невысокое значение такой характеристики, как «получение четких однозначных задач», что является показателем отсутствия структурированного делегирования полномочий и распределения обязанностей. Неясность функциональных полномочий каждого сотрудника приводит к проблемам во взаимодействии, что негативно сказывается на морально-психологическом климате.

5. Недостаточно развитые такие характеристики коллектива, как: ответственность, коллективизм, сплоченность, контактность, открытость, организованность и информированность.

Основными шагами по решению вышесказанных проблем и повышению уровня морально-психологического климата являются следующие:

1. Введение в штатное расписание должности психолога.

2. Проведение совместных неформальных мероприятий.

3. Регулярные встречи с руководством.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

2. Михайлов А.А., Кузьминский А.Е., Смирнова Т.С., Проблема профессионального стресса работников промышленных предприятий // Московский экономический журнал. — 2019. — №8.

3. Михайлов А.А., Кузьминский А.Е., Смирнова Т.С. Оценка профессиональных компетенций работников авиационной промышленности посредством методики KPI// Экономика и предпринимательство № 6 (95), 2018. (Vol. 12 Nom. 6). С. 946-949.

Влияние человеческого фактора в авиационно-космической отрасли на безопасность полётов воздушных судов

Толстова Е.М.
Научный руководитель — Денисов А.М.
РТУ МИРЭА, Москва
tol.katia@gmail.com

С каждым годом в нашей стране всё больше возрастает количество и объемы авиаперевозок, что влечет за собой и повышение уровня обеспечения безопасности полётов и, одновременно, накладывает большую ответственность на технический персонал, который осуществляет технический контроль за состоянием воздушного судна в период обслуживания и подготовки к вылету.

Помимо наличия современной и грамотно организованной материально-технической базы одним из основных составляющих обеспечения безопасности полётов является человеческий фактор – согласно терминологии Международной организации гражданской авиации (ИКАО) – многозначный термин, описывающий возможность принятия человеком ошибочных или алогичных решений в конкретных ситуациях обслуживания самолёта [1].

На заре авиационной отрасли 70% нештатных ситуаций и аварий были связаны с именно с конструкцией самолёта и его характеристиками.

В конце 20 века ситуация резко изменилась и теперь 80% аварий по статистике происходят из-за человеческого фактора.

При возникновении аварийных или нештатных ситуаций в наше время все чаще можно слышать о совершении таких ошибок со стороны летного экипажа, диспетчеров управления, но реже упоминаются ошибки той категории персонала, которая осуществляет техническое обслуживание воздушного судна и подготавливает его к полётам.

На основе данных, полученных в результате опроса работы персонала Службы периодического технического обслуживания международного аэропорта Шереметьево имени А.С. Пушкина, можно выделить наиболее распространенные нарушения, встречающиеся при подготовке самолёта:

1. Несоблюдение job-карты при обслуживании самолёта
2. Неправильные расчеты передаточных коэффициентов системы управления воздушного судна
3. Ошибки при использования измерительных приборов и инструмента
4. «Грязная дюжина»

В настоящий момент автором разрабатываются практические рекомендации по устранению негативных факторов, влияющих на обеспечение безопасности эксплуатации воздушного судна со стороны обсуживающего персонала.

Список литературы:

1. Доклад об авиационной безопасности Международной организации гражданской авиации (ИКАО) – [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.icao.int/Meetings/AMC/.../Working Papers by Number/wp256_ru.pdf (дата обращения 12.02.2020)

Анализ кадровой политики ОАО «Опытно-конструкторское бюро им. А.С. Яковлев»

Тутунина М.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва
tutunina-mariya@rambler.ru

Аэрокосмическая промышленность является одной из главных в Российской Федерации, поэтому в компаниях такого масштаба должен внедряться процесс развития для того, чтобы быть конкурентоспособными на рынке. Этот процесс предполагает активное вовлечение сотрудников предприятий.

Управлению персоналом в данной организации уделяется немалое внимание. Проводится работа по определению числа работников, проходит проверка на соответствие занятых должностей штатному расписанию, выявляются их качественные характеристики для того, чтобы более эффективно проходил подбор и отбор персонала.

В ОКБ Яковлева не производится составление стратегических планов по определению количественной потребности в кадрах. Одним из основных направлений кадровой политики в ОКБ является процесс приёма персонала и расстановки кадров. Для их отбора используется метод собеседования.

На предприятии осуществляется оценка и аттестация сотрудников, но плохо развит процесс адаптации. Из этого можно сделать вывод, что система адаптации организована неэффективно.

Насущной, на данный момент, является проблема мотивации сотрудников. Для эффективной деятельности Опытно-конструкторского бюро Яковлева требуется комплексный подход в создании кадрового агентства и повышения потенциала сотрудников.

Эффективная работа организации и планы её развития значительно зависят от умений HR-сотрудников приспособить внутреннюю среду организации, построить систему мотивации, направленную на стратегические цели компании.

Существует перечень показателей, которые показывают эффективность системы управления персоналом:

• Показатель текучести рабочих кадров;

• Удовлетворенность сотрудников условиями труда;

• Социально-психологический климат.

Для повышения эффективности управления на предприятии аэрокосмической промышленности следует уделять большее внимание мотивационной системе, которая будет иметь особенности в зависимости от состава персонала и уровня его квалификации.

Список литературы:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс // Учебное пособие / Ставрополь, 2018.

2. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли // Учебное пособие / Москва, 2017.

3. Просвирина Н.В. Кадровая политика организации как инструмент управления человеческими ресурсами // Московский экономический журнал. — 2019. — №12.

Совершенствование кадрового обеспечения территориальных органов исполнительной власти

Файзуллина Э.Р., Дудинских А.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва
elmira.fatihova@mail.ru

Кадры сегодня составляют основу, некий фундамент, любой организации. По этой причине возрастает вклад каждого отдельно взятого работника в итоговые результаты деятельности организации.

На сегодняшний день существенной проблемой, стоящей перед современными организациями, является создание служб управления персоналом, которые бы отвечали современным требованиям в сфере управления персоналом, эффективных систем обучения, переподготовки и повышения квалификации персонала. В особенности это касается органов государственной власти, к которым относятся территориальные органы исполнительной власти, от деятельности которых напрямую зависит то, как будут исполняться те или иные решения органов государственной власти.

На данный момент определены приоритетные направления государственной кадровой политики госслужбы, которые можно обобщить следующим образом: внедрение новой системы поиска и отбора в аппарат кадров, обеспечение устойчивого профессионального

развития персонала, особенно на основе введения обязательного обучения служащих и увязки его со служебным продвижением и так далее [1]. При частых конкурсах и достаточном количестве людей в кадровом резерве на государственной гражданской службе замечена большая текучесть кадров – 35-40%. Большая текучесть крайне плоха, так как она приводит к нарушению существующих кадровых процессов: специальных планов развития государственных служащих, резервирования мест на дополнительное обучения за счет бюджетных средств и т.д.

Для того, чтобы государственные служащие были удовлетворены на рабочем месте, их финансовое вознаграждение в соответствии с

полученными методами абсолютно необходимо. Денежное содержание госслужащих в РФ, в соответствии с законодательством, является мотивацией для выполнения всех задач, стоящих перед государственным служащим. Однако уровень денежного содержания государственных служащих, по сравнению с коммерческими организациями, относительно невысокий. Эффективность используемых методов мотивации и стимулирования требует изменений. Уровень доходов госслужащих явно отстает от темпов инфляции.

Разработка мероприятий по повышению эффективности деятельности персонала госслужащих является актуальным направлением.

Очевидно, что на данный момент следует заниматься не только повышением оплаты труда, но и совершенствованием карьерных механизмов, а также повышением социальных гарантий и статуса государственного служащего.

Список литературы:

1. Александров А.К. Специфика управления персоналом в государственной службе. Инфра-М, 2018. – 273 с.

2. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс. Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018

3. Желтенков А.В., Федотова М.А., Тихонов А.И. Анализ качества профессиональной подготовки специалистов по управлению персоналом в высших учебных заведениях // Вестник МГОУ. Серия: Экономика. 2018. № 2. С. 61-70.

4. Кущев Н.П. Особенности и проблемы развития сферы рынка труда московского региона в современных условиях // Самоуправление. — 2019. — №3 (116). — С. 181-184.

Текучесть кадров на предприятии авиационной отрасли и пути её сокращения

Федорова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва
Fedanya1@rambler.ru

Текучесть кадров имеет свои положительные и отрицательные стороны, последствия и причины. Важно обратить внимание на негативные исходы текучести кадров. Для предприятий авиационной отрасли эта проблема имеет большую значимость, т.к. сотрудники должны обладать подготовленными навыками и знаниями [1-3].

Российская ассоциация эксплуатантов воздушного транспорта оценила ежегодное увеличение нехватки пилотов на уровне 300–400 человек. Также за период с 2008 по 2018 г. авиа-пассажиропоток в России вырос на 133%. [4] Высокие темпы роста авиаперевозок в России требуют увеличения числа экипажей. [5]

В среднем обучение в авиакомпании стоит от 187 000 рублей. [6]

Текучесть кадров в ПАО «Аэрофлот» среди первых пилотов за 2017 год составила 8%. Текучесть кадров составляет: 628 х 0,08 = 50 чел./год. [7]

Возможные пути решения текучести кадров:

1. Увеличение заработанной платы.

2. Уменьшение количества часов налета в месяц.

3. Заключения договоров целевых обучений, в соответствии с которым, авиакомпании оплачивали бы обучение позволило бы улучшишь материально техническую базу лётных училищ, и гарантировать соблюдение сроков обучения студентов обеспечение а/к в РФ, в том числе а/к Аэрофлот лётными кадрами, также ещё одним путём решения кадрового вопроса могла быть бы организация учебной базы для подготовки лётного состава непосредственно в регионе базирования а/к Аэрофлот учебного центра, который осуществлял бы обучение по ускоренной программе лиц, имеющих высшее техническое образование, непосредственно связанное с авиационными специальностями. При этом такое обучение могло бы осуществляться на возвратной основе, т.е. договор заключаемый с таким лицом, прошедшим врачебно-летную экспертную комиссию, проф. отбор и др. необходимые тестирования, и признанным к лётной деятельности, предусматривал возврат авиакомпании средств, затраченных на обучение такого лица в период работы данного лица авиакомпании, как в настоящее время происходит обучение лиц, прошедших собеседование на занятие должности бортпроводник.

Исследование данной темы является важной и его результаты помогут на практике урегулировать кадровые проблемы не только в а/к Аэрофлот, но и во всей отрасли гражданской авиации России.

Список литературы:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс. Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018.

2. Тихонов А.И. Современные методы оценки персонала в компаниях на российском рынке. Финансовая экономика. №12. 2019. С. 204-208.

3. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Комова А.А. Организация системы контроллинга персонала на авиационном предприятии. Московский экономический журнал. 2019. № 5. С. 9.

4. Группа «Аэрофлот» в декабре увеличила перевозку пассажиров на 15,4% [Электронный ресурс] // Сайт авиакомпании. Дата обновления 22.11.2019 URL: https://www.aeroflot.ru/ru-ru/news/61209 (дата обращения: 10.01.2020).

5. Ружанская Л. С., Фокеев М. А. Международная трудовая миграция российских пилотов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Т. 18, №.1, 2019. С.: 39-69

6. Курсы пилотов. Авиационная школа Аэрофлота [Электронный ресурс] // Сайт авиакомпании. Дата обновления 10.01.2020 URL: https://www.avb.ru/courses/kursy-pilotov/ (дата обращения: 10.01.2020).

7. Петрашин В.Д. Управление производительностью в авиакомпании на примере ПАО Аэрофлот // Московский экономический журнал. — 2018. — №9.

Профориентация как важная составляющая при подборе персонала

Федотова Н.С.
Научный руководитель — Акимов А.А.
МАИ, Москва
nat.fedotova963@mail.ru

Важной составляющей при подборе персонала является его профориентация, то есть некая система маркетинговых, экономических, социальных, психологических мероприятий, которые влияют на выбор места работы или конкретной профессии человеком, основываясь на его индивидуальных способностях, склонностях и интересах.

Данный процесс является начальным при привлечении персонала. В него входит полное и достоверное предоставление информации потенциальным сотрудникам о компании, должности и условиях труда. Эта система тесно связана с процессом отбора персонала, так как на должность изначально откликаются соискатели, которые сами считают, что подходят

под представленные критерии, но для организаций важнее, чтобы они подходили под эти критерии по мнению HR-специалистов.

Так же нужно принимать и учитывать тот факт, что профессиональная ориентация должна проводиться как на всех уровнях обучения и подготовки будущих специалистов, так и для тех, кто закончил все уровни обучения. Здесь понимается:

1. Формирование у школьников интереса к определенным видам труда, исходя из потребностей предприятия, разъяснение престижности определенных профессий, воспитание чувства уважения к этим профессиям.

2. Помощь при выборе профессии основываясь на способностях, интересах, склонностям к определенным видам деятельности, психофизиологических и моральных качеств (сила, уравновешенность, внимание, восприятие, память, стрессоустойчивость).

3. Профессиональный отбор, который, как правило, проходит уже в организации. Проверка пригодности человека к данной работе. Он основывается на параметрах, приведенных выше, и оценивается HR-специалистом при приеме потенциального сотрудника на вакантную должность.

Со временем сложились следующие формы в профориентации:

• Профессиональное просвещение
• Воспитание осознанной потребности в труде;
• Информирование/консультирование
• Отбор.

По моему мнению, профориентация благодаря проводимым мероприятиям помогает создавать связь между соискателями и организацией ещё до начала адаптации, формируя лояльность к будущему работодателю, тем самым ускоряя процесс адаптации.

Список литературы:

1. Шемяков А.О., Тихонов А.И., Краев В.М. Профессиональная ориентация в системе подготовки инженерных кадров для авиационно-космической промышленности // Экономика и предпринимательство. 2018. № 10 (99). С. 818-821

2. Просвирина Н.В., Жирнова Л.Н., Прохорова В.С. Анализ процесса адаптации студентов-первокурсников в вузе // Финансовая экономика. — 2019. — №12. — С. 181-184.

3. Тихонов А.И. Эффективный метод подбора персонала: рекомендательный рекрутмент // Дискуссия. — 2019. — №3(94). — С. 41-46.

Особенности отбора персонала в авиакомпании

Филиппова А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Горбунова О.А.
АНО ВО Университет «МИР», Самара
filippova.anastasia17@mail.ru

Проблема отбора персонала актуальна для компаний любой сферы деятельности. От правильного подбора персонала зависят, в конечном итоге, результаты деятельности компании, качество производимой продукции, удовлетворенность клиентов оказываемыми услугами и т.д.

При отборе персонала большое внимание уделяется требованиям, предъявляемым к кандидатам на те или иные должности. Так, авиакомпания Emirates Airlines набирает бортпроводников по всему миру. Кандидат должен свободно владеть английским языком, быть не ниже 160 см и иметь соответствующую внешность без модификаций (отсутствие татуировок, брекетов и пирсинга).

Стандартная процедура отбора включает 7 этапов: предварительная беседа, анкетирование, интервью, профессиональное тестирование, проверка рекомендаций, медицинский отбор, принятие решения. Однако на практике каждая компания реализует эти этапы по-разному, адаптируя их к специфике своей деятельности.

Компания Emirates Airlines использует два типа предварительного отбора – открытый и закрытый. Закрытый тип предполагает подачу документов через сайт компании. Открытый

тип предусматривает проведение предварительного собеседования во время так называемых Open days (организуются по всему миру).

Прошедшие предварительный отбор приглашаются на очное собеседование.

На очном собеседовании кандидат должен быть одет по стандартам компании, а именно белый верх, черный низ, для девушек – красная помада, волосы собраны в пучок.

На первом этапе, несмотря на его кажущуюся простоту, отсеивается половина претендентов. Хотя кандидат должен просто подойти к рекрутеру, отдать резюме, улыбнуться и ответить на приветствие. Данный этап позволяет визуально оценить внешность кандидата и умение произвести первое впечатление.

Далее предусмотрены групповые испытания, в ходе которых рекрутеры наблюдают за кандидатами со стороны и оценивают социальные навыки, умение работать в команде, уровень владения английским языком и т.д. При этом кандидаты не знают, правильно ли они выполняют задания, понравились ли рекрутеру или нет.

До последнего этапа доходят примерно 10 человек. Они должны заполнить документы, а также дома пройти очередной этап отбора в форме психологического теста и теста по английскому языку. И только прошедшим данный этап назначается дата и время итого интервью, которое проходит в программе типа Skype и длится около часа. Кандидат должен выглядеть также как на очном этапе (одежда, прическа, макияж). Интервью проводит представитель компании Emirates Airlines из Дубая, при этом он может быть любой национальности и с любым акцентом.

Окончательное решение кандидату сообщают в течение трех месяцев.

Кандидаты, успешно прошедшие все этапы отбора, приглашаются в Объединенные Арабские Эмираты для дальнейшего обучения, трудоустройства и постоянного проживания на территории арабской страны. Новоприбывшим бортпроводникам авиакомпания предоставляет жилье и все ресурсы для адаптации в мусульманской стране. А заработную плату начисляют с первого дня пребывания в колледже.

Список литературы:

1. Dillart R.L., Stephenson E.H., Kramer E.F. Medical standards, selection and wastage of aircrew. NY, 2004.
2. Кибанов А.Я. Управление персоналом организации: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2018.
3. Официальный сайт компании Emirates Airlines [Электронный ресурс] https://www.emirates.com/ru/russian/
4. Филипьева Т.В. Психологическое содержание труда бортпроводника воздушного судна гражданской авиации: автореф. дис.... канд. психол. наук. МГУ им. Ломоносова, Москва 2006.

Современные тенденции на рынке спутниковых сервисов

Фирсов Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Юдин А.В.
РУДН, Москва
pafa0307212@gmail.com

Исследования глобального рынка спутниковых сервисов подтверждают целесообразность широкого коммерческого применения спутниковых информационных ресурсов в хозяйственном обороте и государственном управлении, а в условиях развития цифровой экономики – необходимость и эффективность применения технологий ДЗЗ (дистанционное зондирование земли) практически во всех ключевых сферах деятельности.

Мировая практика применения данных ДЗЗ в решении задач государственного управления и в хозяйственной деятельности организаций демонстрирует стабильный рост; на рынок выходят новые игроки, существующие укрупняются, развиваются новые технологии (в частности, наноспутники и псевдоспутники); данные ДЗЗ активно используются во всех основных отраслях экономики и в государственном управлении.

В соответствии с растущими требованиями потребителей происходит повышение качества космических съемок ДЗЗ в части разрешения, диапазонов, регулярности. Вместе с

этим сегодня наблюдается значительное снижение стоимости космических снимков среднего и низкого разрешения вплоть до предоставления их потребителям на безвозмездной основе.

Кроме того, тенденция использования облачных вычислений и внедрения аналитики больших данных в службах дистанционного зондирования создает возможности для роста рынка. Технологические достижения, такие как цифровые датчики, для дистанционного зондирования позволяют обнаруживать поверхность Земли на больших площадях и отправлять данные на наземные станции.

Рост количества спутниковых сервисов и компаний, их разрабатывающих, обусловлен во многом развитием появлением новых интеллектуальных методов обработки данных и технологий машинного обучения. Алгоритмы машинного обучения быстро становятся более производительными, иногда превосходя человеческие возможности.

Алгоритмы на основе методом машинного обучения и интеллектуального анализа данных в настоящее время способствуют разработке новых спутниковых сервисов несколькими способами. Во-первых, алгоритмы могут быть обучены для идентификации и обнаружения конкретных объектов, таких как движущиеся морские суда, свалки, незаконные вырубки, способствуют выявлению случаев незаконного рыболовства и т.д. Во-вторых, помимо автоматизации ранее выполняемых человеком задач, алгоритмы, работающие с миллионами изображений, могут потенциально идентифицировать закономерности и корреляции, которые невозможно идентифицировать для человеческого мозга, и способствовать прогнозированию и планированию.

По мере того как спутниковые данные становятся все более масштабными, а результаты их обработки более информативными, возникают радикально новые возможности применения спутниковых информационных ресурсов в различных областях. Спутниковые данные все чаще используются для получения экономической аналитики, а для разработки новых экономических показателей используются различные типы данных ДЗЗ в сочетании с другими социально-экономическими показателями.

Таким образом, основные тенденции, которые сегодня определяют конкурентные преимущества спутниковых сервисов, следующие:

• Наибольшую эффективность демонстрируют спутниковые сервисы, осуществляющие глубокую экономическую аналитики и способные строить прогноз развития различных экономических процессов, что в дальнейшем используется при принятии различных управленческих решений;

• Наиболее конкурентоспособными оказываются спутниковые сервисы, использующие возможности интеллектуального анализа данных и методов машинного обучения для обработки спутниковых информационных ресурсов совместно с данными мирового информационного пространства;

• Успешность применения спутникового сервиса для решения экономических задач и прогнозирования экономических процессов все чаще зависит от наличия ключевых компетенций в обработке накопленных больших данных спутниковых наблюдений;

• Перспективное развитие спутниковых сервисов и их способности удовлетворять эволюционирующие потребности тесно связано со своевременным развитием как спутниковых группировок и технических характеристик аппаратуры получения данных ДЗЗ, так и наземной инфраструктуры хранения, обработки и распределения данных.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 19-010-00781а «Методология построения и практического использования программно-аналитических сервисов для решения конкретных экономических задач».

Список литературы:

1. Тюлин А.Е., Чурсин А.А., Шамин Р.В., Юдин А.В. Интеллектуальная космическая система в цифровой экономике: новые возможности и перспективы // Современная научная мысль. 2018. № 6. С. 213-223.

2. Тюлин А.Е., Богинский А.И., Чурсин А.А. Создание ключевых технологических компетенций и их влияние на эффективность передовых космических технологий // Вестник машиностроения. 2019. № 10. С. 18-23.

Эффективность корпоративной культуры на предприятиях аэрокосмической отрасли

Фомина А.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
fom-en@mail.ru

На сегодняшний день можно сделать вывод о том, что правильно сформированная корпоративная культура — это, несомненно, ключевой аспект в управлении организацией, а также является ценным источником конкурентных преимуществ. Данный инструмент находит свое проявление через поведение и самоощущение персонала компании и представляет собой систему ценностей, норм и правил, которые также непосредственно оказывают влияние на уровень корпоративной культуры, которая является обязательной частью любой компании.

Сущность проблемы сводится к тому, что без вмешательства и отсутствия работы над созданием правильной корпоративной культуры, её наличие может не только играть нейтральную роль, а также нести за собой отрицательные последствия. Из чего можно сделать следующие выводы: компаниям необходимо вкладываться в культуру персонала, чтобы она была полезной и показывала положительные результаты. Оценка влияния корпоративной культуры на экономическую деятельность компании — первый этап организации, который выполняется посредством объединения алгоритмов оценки, что позволяет получить более обоснованные выводы. При этом принимается во внимание влияние корпоративной культуры на экономические и социально-психологические показатели компании.

С усиления роли человеческого капитала как основного субъекта производственных отношений, влияющего на экономическую эффективность организации, значение корпоративной культуры для предприятий значительно повысилось. С момента вовлечения России в процесс глобализации, российские предприятия перенимали зарубежный опыт, в следствие этого большое внимание было обращено на корпоративную культуру как на инструмент для повышения конкурентных преимуществ. Сегодня одной из экономических проблем в управлении является правильное обоснование показателей эффективности корпоративной культуры с целью её позитивного воздействия на конечный финансовый результат.

Теоретический анализ литературы показывает, что проблема рассматривалась достаточно широко. В исследованиях многих учёных существуют определенные противоречия, свидетельствующие о сложности и разносторонности феномена корпоративной культуры. Наибольший вклад по этой теме был сделан такими исследователями, как Э. Шейн, С.П. Роббинс, А.Ф. Харрис и Р. Морган, которые выделили главные уровни корпоративной культуры, а также её ценностные характеристики. Из российских ученых Кибанов А.Я., Коновалова В.Г.

Стоит отметить, на практике существует достаточно примеров влияния отдельных элементов корпоративной культуры на экономическую составляющую предприятия. Однако на настоящий момент на большинстве российских предприятий не уделяется должного внимания внедрению стандартов корпоративного управления.

Нельзя не отметить, что аэрокосмическая отрасль уже продолжительный период занимается преобразованием основополагающих подходов к корпоративной культуре от доминирующих ранее авторитарного и технократического к демократическому. Долгий процесс воплощения преобразований объясняется необходимостью разработки эффективных программ развития аэрокосмических предприятий, реализация которых не встретит сопротивления со стороны персонала, то есть плавный переход к обновленным базовым ценностям и установкам корпоративной культуры.

Отсутствие в работе по формированию корпоративной культуры на аэрокосмических предприятия качественной системы адаптации работников и сопровождение адаптации

человеческого ресурса и обучение новых работников с позиции лояльности корпорации является существенным недостатком.

Сущность вышеизложенного сводится к тому, что для рационализации корпоративной культуры и наращивания лояльности работников аэрокосмических организаций, необходима правильно сформированная кадровая политика в обусловленную желаемыми ценностями корпоративной культуры и частными показателями лояльности.

Список литературы:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс // Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018.

2. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли // Учебное пособие / Москва, 2017.

3. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли / Ставрополь, ЛОГОС. 2019.

Особенности анализа резюме при подборе персонала

Хренова Н.М.
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
МАИ, Москва
opppa1998@mail.ru

Резюме является неотъемлемой частью процедуры принятия соискателя на работу. Именно опираясь на имеющееся резюме, работодатель подбирает нужного для себя работника. Важнейшим этапом поиска персонала является анализ резюме. В кадровую службу они стекаются десятками и сотнями в день – с рабочих порталов в интернете, по факсу и просто присланных на электронную почту.

Анализ резюме позволяет подробно разобрать каждый пункт и проанализировать полученную информацию. Благодаря этому можно отсеять на начальном этапе не подходящих кандидатов, и позволит сократить время на собеседования не подходящих кандидатов и тем самым предотвратить дальнейшие затраты.

Сейчас каждый специалист по подбору персонала сталкивается с необходимостью тщательно анализировать и проверять резюме. Только опытный специалист знающий своё дело и все критерии оценки, сможет выявить ложную информацию и сразу отсеять не подходящих кандидатов.

Имеется ряд пунктов, на которых следует обратить внимание в результате обработке резюме:

1. должность — при поиске кандидата на определённую должность следует внимательно изучить должностные обязанности, которые выполнял кандидат, так как название этой должности может быть идентично, но функции, которые выполнял кандидат, могут не соответствовать требованиям вакантной должности. Но в тоже время возникают ситуации, когда название должности отличается, но кандидат имеет те навыки, которые необходимы;
2. имя — бывают случаи, когда кандидаты специально указывают неправильно фамилию имя отчество или вовсе не предоставляют информацию, по которой можно их идентифицировать;
3. возраст — соискатель может специально указать неверный возраст, чтобы быть более востребованным на рынке труда;
4. образование — соискатель может специально неправильно указать свое образование, для получения необходимой ему должности;
5. опыт работы — при подборе персонала специалист особое внимание уделяет графе «опыт работы», потому что организации в основном требуются опытные специалисты, так как обучение неопытных кандидатов не выгодно и дорого.

Так же желательно просмотреть все даты, так как соискатель может указать неверные данные и следует проверить резюме на наличии грамматических ошибок.

Благодаря анализу резюме можно на начальном этапе отсеять не подходящих кандидатов и тем самым сократить время и расходы их поиски.

Список литературы:

1. Тихонов А.И., Федотова М.А., Чекан А.А. Проблемы и особенности автоматизации подбора персонала // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 29.

2. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

3. Смирнова Т.С. Роль высшего образования в развитие профессиональной подготовки в сфере социальной ответственности // «Экономика и предпринимательство № 6 (95) 2018 г. (Vol. 12 Nom. 6) С. 1009-1012

Формирование понятия бренда работодателя на российском рынке

Хромова С.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва
lesha.sheglov1323@yandex.ru

Брендинг работодателя является междисциплинарными понятием и лежит на стыке сразу нескольких сфер деятельности, понятий аппарат которых влияет на понимание этого термина и формирование дефиниций, в этой связи на основании рассмотренных определений и эволюции понятия и с учетом уровня социально-экономических условий предложена расширенная авторская формулировка дефиниции.

Можно отметить, что отдельные авторы часто приравнивают понятия — бренд, имидж и репутация применительно к бренду работодателя, также стоит отметить, что на данный момент нет единого мнения о точном русскоязычном термине, разброс определений от «бренда работодателя» до «HR бренда» довольно велик в русскоязычной литературе, и зачастую, вводит в заблуждение. Кроме того, в современной практике произошло сращивание терминов бренд работодателя и брендинг работодателя, в то время как ранние англоязычные источники эти понятия разделяет.

Брендинг работодателя — долгосрочная стратегия, которая охватывает все усилия организации по формированию привлекательного и актуального предложения работодателя и продвижения его с целью выделить работодателя среди конкурентов и создать привлекательный имидж и репутацию работодателя, чтобы донести до существующих и потенциальных сотрудников, что компания является хорошим местом для работы.

При помощи стратегических инструментов компания с сильным БР (а также сильным корпоративным и продуктовым брендом) может повлиять на престижность региона, отрасли, задавать социальные, политические и экономические тренды. Поднимать этические проблемы, решать глобальные вопросы.

Список литературы:

1. Федотова М.А., Хромова С.А. Совершенствование теоретико-методического инструментария исследования и управления брендом работодателя: эволюция представлений и система моделей организационного и социально-экономического механизмов управления// Московский экономический журнал. 2019. № 5.

2. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс. Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018

3. Хромова С.А., Федотова М.А. Система раннего профессионального ориентирования и вовлечения школьников как элемент социально-экономического механизма управления брендом работодателя организации// Московский экономический журнал. 2018. № 5-2. С. 34.

Подходы к разработке системы адаптации персонала

Чайка Б.А.
Научный руководитель — Кузьминский А.Е.
МАИ, Москва
boris.chayka11@gmail.com

В систему управления процессом адаптации работников организации включаются не только документы, которые регламентируют разного рода мероприятия, направленные на освоение нового коллектива, но также и людей, которыми такого рода мероприятия проводятся, и, конечно, те инструменты, при помощи которых адаптация персонала в организации становится хорошо отлаженным процессом управления.

Вопросы адаптации являются ключевыми, так как именно благодаря успешной адаптации работник «встраивается» в организацию, принимает её ценности и нормы.

Первым подходом к разработке системы адаптации является тестирование сотрудников. Тестирование новых сотрудников используется для выявления профессиональных знаний, мотивации, характера и индивидуальных особенностей. На современном этапе прохождение каких-либо тестов на адаптацию сотрудников включает базовое и узко-ориентированное тестирование.

Вторым подходом к разработке системы адаптации, применяемой в современных компаниях, является – корпоративная брошюра.

В корпоративную брошюру может включаться и адаптационный лист, то есть нового работника и план его стажировки, в который входят:

• Задачи на весь его испытательный срок (как правило, их определяет руководитель или наставник);

• Разного рода мероприятия по проведению адаптации;

• Весь перечень заданий к исполнению работником;

• Результат исполнения.

В качестве третьего подхода к осуществлению разработки качественной системы адаптации могут выступать разного рода индивидуализированные программы проведения обучения, иначе так именуемые «Welcome-тренингами», которые выступают в качестве одного из самых лучших методов адаптации сотрудников в рекордно короткий период времени.

В «Welcome-тренинг» могут включаться такие эффективного характера мероприятия по проведению адаптации персонала в организации:

• Проведение знакомства с персоналом;

• Осуществление обзорной экскурсии;

• Осуществление просмотра видеоматериалов учебного характера, разного рода презентаций.

Ещё одним способом адаптации персонала является наставничество, при осуществлении которого опытный сотрудник проводит контроль работы нового работника, тем самым осуществляя помощь и координацию его работы на базе собственного опыта. Вся система наставничества является надежным и проверенным годами способом адаптации персонала в профессиональном плане.

Данного рода способ достаточно давно себя зарекомендовал в качестве самого эффективного для адаптации персонала в компании, потому что опытный сотрудник достаточно много умеет и знает в собственной работе, в том числе разного рода тонкости и премудрости, о каких он, конечно же, должен говорить собственному коллеге, который вновь принят на работу.

В качестве самого современного и инновационного метода управления всем процессом адаптации персонала в организациях, которым максимально раскрываются способности в профессиональном плане новых работников, выступает коучинг.

При управлении процессом адаптации персонала в организации у коучинга присутствуют неоспоримые преимущества, к примеру, он способствует экономии большого количества

рабочего времени, которое может быть затрачено на адаптацию сотрудника в новом коллективе и решения управленческого характера.

Коучинг имеет направление не столько на обучение непосредственного характера, сколько на то, чтобы максимальным образом полно раскрывать потенциал нового работника и добиться от него 100%-ной отдачи в его трудовой деятельности.

На сегодняшний день существует масса методов и приемов, которые помогают адаптироваться работникам в новом для них коллективе.

Существенным преимуществом программы адаптации является то, что с её помощью можно реализовывать контроль, организацию, планирование и координацию в отношении новых сотрудников и коллектива в целом.

Таким образом, можно сделать вывод, что грамотным образом внедренная в деятельность организации система адаптации персонала выступает в качестве основы повышения эффективности использования трудовых ресурсов, в частности, роста уровня средней выработки (производительности труда) работников.

Список литературы:

1. Краев В.М., Тихонов А.И., Федотова М.А. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс. Учебное пособие. – Ставрополь: Центр научного знания «Логос», 2018. – 120 с.

2. Михайлов А.А., Кузьминский А.Е., Смирнова Т.С. Оценка профессиональных компетенций работников авиационной промышленности посредством методики KPI // Экономика и предпринимательство. – 2018. №6(95). С. 946-949.

3. Михайлов А.А., Кузьминский А.Е., Смирнова Т.С., Перепечкин М.Е. Применение методики KPI при оценке профессиональных компетенций работников авиационной промышленности // 16-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2017». 20-24 ноября 2017 года. Москва. – Типография «Люксор», 2017. С. 641-642

Стратегия развития кадровой политики ПАО «Компания «Сухой»

Чеметева А.И.
Научный руководитель — доцент, Михайлов А.А.
МАИ, Москва
Chemeteva@gmail.com

Авиационная промышленность России является одной из важнейших и наукоемких отраслей отечественного машиностроения.

На текущий момент ПАО «Компания «Сухой»» — крупнейший российский авиационный холдинг, в котором осуществляется полный цикл работ: начиная с разработки проектов, производства опытного образца, проведения испытаний и заканчивая — послепродажным обслуживанием. В состав Компании «Сухой» входят Корпоративный центр, опытно-конструкторское бюро и завод по производству серийных самолётов.

Численность Компании насчитывает около 25000 сотрудников (включая филиалы в регионах). На данный момент в Москве работают примерно 4900 человек.

На протяжении многих лет в Компании разрабатывается, постоянно совершенствуется и реализуется кадровая политика, направленная на сохранение, укрепление и развитие кадрового потенциала, привлечение нового поколения молодых специалистов и профориентацию молодежи.

Кадровая политика разрабатывается на определенный период — 3 года. Все приоритетные направления стратегии развития персонала неразрывно связаны с стратегией развития организации. Например:

• Привлечение и удержание квалифицированных специалистов на предприятия Компании, для повышения показателей эффективности деятельности;

• Постоянное и непрерывное повышение квалификации сотрудников Компании в целях обеспечения соответствия внедряющимся инновационным технологиям проектирования;

• Обеспечение преемственности знаний внутри Компании;

• Поддержание стабильного уровня оплаты труда, превышающего отраслевые показатели;

• Предоставление социальных гарантий и льгот сотрудникам Компании;

• Возможность планирования карьеры, дополнительного обучения и профессионального роста;

• Укрепление корпоративных традиций и ценностей.

В ПАО «Компания «Сухой»» действуют программы добровольного медицинского страхования, дотаций на питание, путевок в собственные базы отдыха организации и многие другие социальные льготы.

Одним из важнейших направлений кадровой политики предприятия является поддержка также ветеранов труда и пенсионеров. В Компании действует программа негосударственного пенсионного страхования, которой охвачено в общей сложности 9750 пенсионеров.

Таким образом, стратегия развития кадровой политики ПАО «Компания «Сухой»» направлена на сохранение, укрепление и развитие кадрового потенциала.

Список литературы:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018.

2. Просвирина Н.В. Кадровая политика организации как инструмент управления человеческими ресурсами // Московский экономический журнал. — 2019. — №12.

3. Официальный сайт ПАО «Компания «Сухой»» [Электронный ресурс]. -URL: https://www.sukhoi.org (дата обращения 14.02.2020).

4. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

Особенности стратегии развития кадрового агентства ПАО «Объединённая авиастроительная корпорация»

Чигиринова Е.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.

МАИ, Москва

a-aia2013@yandex.ru

Развитие аэрокосмической отрасли в Российской Федерации непосредственно связано со стратегическими интересами страны. Одним из важнейших факторов, обеспечивающих эффективность и превосходство над конкурентами является высокий трудовой потенциал Корпорации.

Кадровая политика представляет собой ядро системы управления персоналом, поэтому стратегия развития кадровой политики Корпорации нацелена на создание высокопроизводительного профессионального коллектива. Основой hr-стратегии Корпорации служит открытость и направленность на её привлекательность в качестве работодателя.

Приоритетами в кадровой политике является развитие таких преимуществ, как:

• Стабильная деятельность;

• Компетентность работников;

• Социальная и экономическая ответственность.

Стратегические задачи предполагают:

• Создание системы непрерывного обучения внутри компании, направленного на формирование soft skills и повышение профессиональной квалификации персонала;

• Формирование базы профильных учебных заведений;

• Создание системы ротации и построения карьеры;

• Создание системы, обеспечивающей зависимость вознаграждения от результатов труда;

• Формирование современной корпоративной культуры, что является основой привлекательности как работодателя, а также системы внутренних коммуникаций.

В ходе анализа кадровой политики Корпорации, были проанализированы её цели:

• Обеспечение реализации бизнес-стратегии: качественное формирование и эффективное использование кадровых ресурсов;

• Укрепление имиджа работодателя: формирование новых подходов к подготовке сотрудников, удержание ресурсов, имеющих высокую квалификацию;

• Социальная ответственность внутри компании: то есть проведение мероприятий, целью которых является качественное улучшение трудовой жизни персонала;

• Управление результативностью труда: разработка и внедрение системы мотивации на основе KPI;

• Омоложение персонала Корпорации: работа с молодёжью, её привлечение и удержание.

В настоящее время приток новых сотрудников в компанию происходит различными способами, растущая необходимость в кадрах требует расширения инструментов поиска компетентного и квалифицированного персонала.

Список литературы:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс. Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018

2. Просвирина Н.В. Кадровая политика организации как инструмент управления человеческими ресурсами // Московский экономический журнал. — 2019. — №12..

3. Семина А.П., Федотова М.А., Тихонов А.И. Обучение персонала в современных компаниях: проблемы и новые направления // Московский экономический журнал. — 2016. — № 3. — С. 33

Принципы управления затратами высокотехнологичной организации на всех этапах жизненного цикла наукоемкого изделия

Чурсин Р.А.
РУДН, Москва
seli-pasha@yandex.ru

В настоящее время основной проблемой в управлении затратами высокотехнологичной организации является отсутствие единой комплексной системы управления и оптимизации различных видов затрат. Одним из возможных решений данной проблемы является создание единой системы управления затратами предприятий, основной целью деятельности которой является оптимизация величины затрат по всей совокупности операций, что обеспечит повышение эффективности деятельности предприятий [1, 2].

Основным объектом управления следует считать хозяйственную операцию, под которой понимается однородное по содержанию действие, связанное с расходом производственных ресурсов и законченное относительно центра ответственности [3].

При этом следует придерживаться основных принципов управления затратами на предприятии:

• Методическое единство на разных уровнях управления затратами;

• Управление затратами на всех стадиях жизненного цикла изделия;

• Органичное сочетание снижения затрат с высоким качеством продукции;

• Направленность на недопущение излишних затрат;

• Взаимозаменяемость ресурсов;

• Широкое внедрение эффективных методов снижения затрат;

• Совершенствование информационного обеспечения о величине затрат;

• Повышение заинтересованности подразделений предприятия в снижении затрат.

Основными ключевыми способами системы управления затратами следует считать планирование и прогнозирование, организацию, координацию и регулирование, активизацию и стимулирование, экономический учет, контроллинг и анализ. При этом планирование затрат должно отражать не только годовые перспективы, но и нужды ближайшего будущего квартала, месяца, декады, дня, смены. В целях нормирования затрат рационально применять ряд специальных методических инструментариев.

Методический инструментарий расчета нормативной численности персонала разрабатывается и внедряется на предприятии в целях оптимизации затрат на кадровое обеспечение за счет оптимизации численностей всех категорий работников, повышения штатной дисциплины, совершенствования оргструктур управления подразделений и служб. Расчёты плановой численности персонала производятся в установленной форме ежегодно на основании прогнозного плана и объемов производства в соответствии с утвержденным планом товарного выпуска продукции.

Методический инструментарий определения неснижаемых складских остатков на предприятии разрабатывается и внедряется с целью оптимизации складских запасов при обеспечении ритмичного производства. Определение точного объема неснижаемых складских остатков материалов и ПКИ позволит более эффективно использовать финансовые ресурсы, направляемые на приобретение ПКИ и материалов. Расчет нормативов неснижаемых складских остатков осуществляется на основе прогнозного плана и объемов производства, длительности производственного цикла, запасов на складах, производственных рисков, связанных с поломкой оборудования.

Методический инструментарий расчета нормативной потребности неснижаемых запасов незавершенного производства направлен на расчет экономически и технологически обоснованных норм незавершенного производства в натуральном и стоимостном выражении с целью рационального использования денежных ресурсов, ритмичной организации производства, выполнения заказов в срок. Под незавершенным производством понимается продукция частичной готовности. При формировании нормативов незавершенного производства необходимо определить страховой объем незавершенного производства, достаточный для нивелирования рисков, возникающих в процессе производства.

Методический инструментарий расчета нормативов накладных расходов определяет порядок нормирования накладных расходов от объема выпуска продукции предприятия, процедуры планирования, корректировки и мониторинга исполнения отдельных смет накладных расходов, определяет механизм распределения накладных расходов на единицу продукции. Процесс планирования накладных расходов включает первоначальное планирование бюджета и его последующую корректировку.

Таким образом, для достижения эффективности управление затратами на предприятии должно представлять собой динамический системный процесс, включающий в себя управленческие действия прямой и обратной связей, целью которых является достижение высокого экономического результата деятельности предприятия.

Список литературы:

1. Петров М.Н., Чурсин Р.А. Совершенствование системы управления программами и проектами на предприятиях военно-промышленного комплекса (история, методология, основные принципы внедрения, организационные институты) // Креативная экономика. 2019. Т. 13. № 8. С. 1537-1548.

2. Богинский А.И., Чурсин А.А. Создание перспективной продукции в условиях цифровой экономики. – М.: Инновационное машиностроения, 2019. – 316 с.

3. Чурсин А.А., Разумный Ю.Н., Мильковский А.Г. Многокритериальный подход к задаче выбора эффективного инновационного проекта // Микроэкономика. 2015. № 1. С. 6-13.

Кадровая политика компании «Аэрофлот»

Шабаева Р.В.
Научный руководитель — к.э.н. Просвирина Н.В.
МАИ, Москва
shabaevaruslana@yandex.ru

Кадровая политика представляет собой работу с кадрами (которые взаимодействуют между собой), определенный стиль общения между ними и правильно подобранный стиль управления к этим кадрам. Другими словами, компания дает определенную задачу, для целенаправленного решения которой создаётся трудовой коллектив.

В большинстве случаев, кадровая политика соблюдает определенную стратегию управления кадрами, которая обеспечивает их обновление, повышение работоспособности и эффективности наемного персонала. То есть сначала нужно выбрать наемный персонал, а потом по разным факторам (выбранная цель компании, экономические возможности организации, сложившаяся ситуация на рынке и т.д.) применить к нему ту или иную кадровую политику.

Например, в авиакомпании «Аэрофлот» кадровая политика базируется, на удержании лидирующего места на рынке авиаперевозок и перелетов, сохранение финансовой производительности, привлечение пассажиров и внушение им доверия от перелетов с этой компанией. Для того, чтобы достигнуть этой цели, основательно выбирается рабочий состав. После подбора высококвалифицированного персонала сотрудникам предоставляют равные права и свободы, защиту от любого проявления дискриминации, и самое важное, компания создаёт определённую корпоративную культуру, которая и является «козырем» компании.

Важным конкурентным преимуществом компании ПАО «Аэрофлот» являются их социальные программы. Они способствуют как привлечению высококвалифицированных специалистов, но и повышению эффективности труда и формированию благоприятного социально-психологического климата в коллективе.

В Компании действует Коллективный договор. Совместным решением работодателя и представителя работников от 10 августа 2017 года действие Коллективного договора было продлено до 1 декабря 2020 года. Социальный пакет, установленный Коллективным договором, превышает объем льгот, гарантий и компенсаций, предусмотренных действующим трудовым законодательством. Для того, чтобы все работники, без исключения, выявили собственные возможности в абсолютном размере, формируется огромное число мотивационных проектов.

Поэтому компании «Аэрофлот» важно сохранить высококлассных сотрудников, осуществить обучение своих работников с целью повышения квалификации и заинтересовать новых сотрудников для работы в компании.

Список литературы:

1. Просвирина Н.В. Кадровая политика организации как инструмент управления человеческими ресурсами // Московский экономический журнал. — 2019. — №12.

2. Федотова М.А., Тихонов А.И., Новиков С.В. Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях авиастроения // СТИН. 2017. № 12. С. 6-8.

3. Просвирина Н.В., Тихонов А.И. Повышение конкурентоспособности авиационного предприятия за счет эффективного управления трудовыми ресурсами // Экономика и предпринимательство. 2018. № 10 (99). С. 622-628.

Совершенствование системы управления персоналом организации

Шайхутдинова Д.И.
Научный руководитель — Федулов В.И.
МАИ, Москва
shaikhutdinovad95@mail.ru

Любая социально-экономическая система нуждается в постоянном совершенствовании своей структуры и внутренних процессов, дабы избежать стагнации и обеспечивать постоянное развитие, своевременно реагируя на факторы внутренней и внешней среды. Организационное планирование – как долгосрочное, так и краткосрочное – неизбежно содержит в себе элемент некоторой неопределенности, поэтому соответствие подобной системы постоянно трансформирующейся экономической, социальной и политической обстановке является одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед руководящим персоналом.

Особенно остро необходимость перманентного совершенствования управленческих процессов, проявляется в инновационно-индустриальных отраслях. Перед организациями, занятыми в наукоемких промышленных кластерах, стоит задача мониторинга и последующей

интеграции в производственный процесс новых технологий, рыночных инструментов и механизмов управления человеческими ресурсами. Так как современные основы концепции менеджмента персонала предполагают ориентацию на личностные качества сотрудника, его мотивационные установки и способность перенимать аспекты корпоративной культуры, обеспечивая вовлеченность в профессиональную деятельность организации, сам процесс управления кадрами приобретает особую значимость, позволяя реализовывать стратегии внутреннего развития и достижения поставленных целей.

В последнее время, необходимость совершенствования многофункциональной социально-экономической структуры отечественных предприятий обуславливается также — помимо воздействия рыночных параметров — неблагоприятной глобальной общественно-политической конъюнктурой, воплощенной в курсе на импортозамещение и необходимости функционировать в условии санкционного давления.

Следуя наметившимся направлениям в отечественной и зарубежной теории менеджмента и практики управления крупными стратегически значимыми предприятиями, можно выделить три наиболее важных процесса, сопряженных со структурой организации производства, в которых задача перманентного совершенствования и оптимизации становится в высшей степени значимой:

1. Координация бизнес-процессов и контроллинг персонала, как его составная часть. Контроллинг персонала должен реализовывать максимально полный набор функций и задач. При этом он должен обладать значительными ресурсами: материальными, информационными и трудовыми.

2. Адаптация и обучение персонала. Для крупных производственных организаций, характеризующихся сложной многоуровневой структурой, процесс закрепления работников на предприятии, посредством успешной интеграции в трудовой коллектив, становится приоритетным направлением деятельности руководства, так как необходимость привлечения высококвалифицированных специалистов и купирования экономических издержек, связанных с дополнительным обучением, выходит на первый план в условиях рыночной конкуренции.

3. Повышение качества условий труда. Среди элементов, в совокупности образующих целостную систему организации, отдельно выделяется охрана и соблюдение условий труда персонала. Принимая во внимание специфику трудовой деятельности на российских предприятиях, безопасность и стандартизация производственного процесса выходят на передний план.

Список литературы:

1. Димитриева, С.Д. Теоретические подходы к определению системы управления персоналом / С.Д. Димитриева, И.А. Мерзлякова // Инновационная наука. – 2016. — № 6-1. – С. 86–89.

2. Михайлов А.А., Федулов В.И. Информационные технологии как элемент управления процессом профессиональной адаптации молодых специалистов на предприятиях аэрокосмического комплекса // Московский экономический журнал. — 2019. — №2.

3. Тихонов А.И., Чунина М.Е. Развитие системы наставничества как важный элемент адаптации персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №9. — С. 76.

4. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

Развитие системы мотивации и стимулирования персонала как элемента авиационной безопасности

Шевелёва Д.В.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва
dashas282@mail.ru

Данная тема достаточно актуальна в наше время в связи с тем, что одной из главных задач предприятий становится поиск современных и действенных способов управления персоналом. Рассмотрение темы мотивации персонала необходимо для того, чтобы избежать отсутствия желания сотрудников работать качественно, что может привести к понижению производительности труда.

Особенность мотивации сотрудников в сфере авиации заключается в большой вариации методов, применяющихся для стимулирования персонала. Существует огромное количество различных вариантов стимуляции сотрудников, таких как: материальный и моральный, стимул трудовой карьеры, социальный и многие другие. Особенность составления системы стимулирования сотрудников авиационной сферы заключается в качественном и индивидуальном подходе к каждому, нахождению подходящих действенных стимулов для персонала. Для этого необходим постоянный анализ качества работы сотрудников и уровень их удовлетворённости, а то есть анализ системы мотивации в целом выявление проблем в области мотивации.

Персоналу предприятий авиационной сферы необходима качественно и эффективно проработанная система мотивации, которая должна быть построена на возможности разрешить групповые и индивидуальные потребности сотрудников предприятия.

Список литературы:

1. Семина А.П. Методы обучения и развития персонала на авиационных предприятиях // Гагаринские Чтения-2018. – М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет).

2. Лопаксина Л.А. Система мотивации персонала, как инструмент повышения уровня авиационной безопасности // Студенческий: электрон. научн. журн. 2019. № 21(65).

Развитие системы обучения сотрудников организации

Шенгелия Т.С.
Научный руководитель — Кузьминский А.Е.
МАИ, Москва
Forsh19@mail.ru

Непрерывное образование, продолжающееся после получения основного профессионального образования, на протяжении всего срока трудовой деятельности – залог эффективного труда.

В современных условиях функционирования организаций особое внимание уделяется психологическим факторам рабочей силы, росту его общей культуры, умению учиться.

Корпоративное обучение сотрудников является важнейшим звеном системы управления персоналом компании и требует системного подхода к его организации. Обучение персонала выходит за рамки решения только производственных задач, оно охватывает социально-бытовые и культурные стороны деятельности, повышает ответственность сотрудников, формирует преданность и чувство гордости за свою компанию.

Организация системы корпоративного обучения должна базироваться на грамотном сочетании различных форм и методов обучения персонала в зависимости от поставленных целей, специфики и особенностей компании.

Системность и последовательность проводимой кадровой политики позволяют сохранять уверенность в неуклонном наращивании человеческого капитала банка, укреплении и

развитии профессионального и инновационного потенциала его сотрудников, повышении эффективности персонала для решения поставленных акционерами стратегических задач развития.

Банк ГПБ (АО) уделяет большое внимание вопросам обучения своих сотрудников, что находит отражение в принятых программах обучения и развития персонала.

Оценка выгод банка подтверждает экономическую целесообразность более широкого использования банком предлагаемой формы смешанного обучения персонала.

В завершении хотелось бы отметить, что проблемы корпоративного обучения персонала нуждаются в дальнейшем изучении специалистами разного профиля.

Список литературы:

1. Семина А.П., Федотова М.А., Тихонов А.И. Обучение персонала в современных компаниях: проблемы и новые направления // Московский экономический журнал. 2016. № 3. С. 33.

2. Семина А.П., Гладкая К.В. Использование информационно-коммуникационных и виртуальных технологий в обучении персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №11. — С. 69.

3. Кузьминский А.Е., Михайлов А.А., Смирнова Т.С. Проблема профессионального стресса работников производственных предприятий // Московский экономический журнал. — 2019. — №8. — С. 17.

Профессиональные риски как приоритетная составляющая экономической безопасности

Шенчукова Н.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Коновалова О.В.
Финансовый университет, Москва
nadia.s.shen@gmail.com

На сегодняшний день компании стали уделять большое внимание управлению рисками. Однако, руководителю или сотруднику компании, который впервые сталкивается с риск-менеджментом, не обладая достаточным опытом, может показаться, что цель управления рисками – это своевременное их выявление, оценка и минимизация, однако в действительности процесс управления рисками- принятие управленческих решений с учётом рисков. Более того, в условиях постоянно изменяющейся внутренней и внешней среды, управление рисками, в том числе мониторинг ключевых индикаторов рисков, способствует обеспечению экономической безопасности организации.

В процессе управления рисками и обеспечения экономической безопасности в организациях наибольшее внимание уделяется кадровой безопасности. В рамках стабильного обеспечения кадровой безопасности достигается сбалансированное развитие хозяйствующего субъекта, что способствует, в перспективе, эффективному функционированию организации. Данная тема является актуальной, поскольку в настоящий момент в организациях отмечается тенденция роста угроз, исходящих от работников, что, в свою очередь, ведет к общему ухудшению состояния экономической безопасности организации, а в долгосрочной перспективе – это может привести к снижению стоимости активов компании.

Под кадровой безопасностью подразумевают такое состояние внутренних процессов организации, при котором, при помощи определённых способов и средств, происходит предотвращение негативного влияния рисков, связанных с деятельностью сотрудников и трудовыми отношениями в целом. Кадровая безопасность достигается путём комплексного обеспечения: безопасности жизни и здоровья сотрудников (профессиональные риски); антикоррупционной политики компании; безопасности в области деловой этики и культуры поведения.

В основе обеспечения кадровой безопасности лежат профессиональные риски- вероятность причинения вреда здоровью работнику вследствие воздействия вредных или опасных производственных факторов во время выполнения им обязанностей, оценка и управление которыми включает в себя несколько основных этапов:

1. Сбор и анализ исходных данных. Для получения информации по исходным данным для проведения идентификации опасностей необходимо обеспечить сбор и анализ технологической, методической и технической документации, локальных и нормативных документов, результатов предыдущего контроля состояния охраны труда, содержащих представленные выше сведения.

2. Идентификация опасностей, включающая в себя:

• Идентификацию факторов риска. Выполняется анализ перечне объектов выполняемых работ, мест пребывания работников, нештатных и аварийных ситуаций, источников риска, представленных в картах исходных сведений для оценки профессиональных рисков. По каждому объекту оценки профессиональных рисков анализируется каждый источник риска на предмет выявления факторов риска;

• Идентификацию опасностей;

• Документирование результатов: информация и источники риска группируются по опасностям относительно рабочего места. Такая группировка приводит к возможному указанию одной опасности только один раз относительного одного рабочего места.

3. Оценка уровней профессиональных рисков: проводится относительно каждого риска в форме «Реестр профессиональных рисков» и выполняется в следующей последовательности: оценка уровня профессионального риска; оценка приемлемости профессионального риска; сравнительная оценка профессиональных рисков.

4. Разработка мер управления профессиональными рисками: проводится относительно каждого приоритетного профессионального риска и выполняется в следующей последовательности:

1) Анализ профессиональных;

2) Разработка дополнительных мер управления рисками.

Стоит отметить, что кадровая безопасность организации- многогранное понятие, включающее в себя трудовое и социальное взаимодействие сотрудников. Эффективность управления профессиональными рисками, лежащими в основе кадровой безопасности, можно оценить основываясь на такие показатели, как уровень травматизма на рабочем месте, наличие безопасных и комфортных условий труда для сотрудников. Показателем эффективного управления кадровой безопасностью является снижение уровня рисков, возникающих со стороны персонала, до минимального, что обеспечивает стабильное и сбалансированное функционирование организации и укрепление её позиций на рынке.

Список литературы:

1. Коновалова О.В., Федотова М.А., Тихонов А.И. Кадровая политика как эффективный инструмент управления внутренними операционными рисками организации в современных условиях хозяйствования // Экономика и предпринимательство. 2018. №8 (97). С. 1249-1253.

2. Морозова А.М., Лысенко А.О. Кадровая безопасность в системе обеспечения экономической безопасности предприятия // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. №3.

Современные методы мотивации персонала в авиационно-космической промышленности

Шлепетис В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва
vitas.shlepetis@mail.ru

Проблема мотивации людей к трудовой деятельности всегда была актуальной. Найти способы повышения продуктивности работы людей предпринимались ещё с древних времён. Но в древние времена и мотивация была примитивной, а именно людей мотивировали лучшим местом у костра или большим куском добычи. Со временем общество стало развиваться, начали появляться государства, торговля, заводы. И поскольку требования к жизни

изменились то и мотивация тоже начала меняться, но аж вплоть до середины XIX в. представления о побуждении человека к труду основывались, по большому счету, на двойственной концепции человеческого поведения, восходящей ещё к Сократу и Платону: часть действий обусловлена естественными нуждами вроде голода и жажды, принципиально общими для человека и животных. Другую часть составляют действия разумные, свободные и волевые, специфичные только для человека и к естественным нуждам не относятся.

Осмысление проблем связанных с мотивацией работников началось в период зарождения капитализма. В 1776 г. представитель классической политэкономии Адам Смит писал, что главными мотиваторами деятельности людей являются экономический интерес, стремление к предельной экономической выгоде, естественное желание улучшить собственное положение в обществе.

Значительный вклад в развитие теории и практики мотивации трудовой деятельности внесли представители научной школы управления Ф. Тейлор, Ф. Гилбретт и Л. Гилбретт, Г. Эмерсон. Ф. Тейлор изучил особенности производственных процессов на нескольких предприятиях и пришел к выводу, что главной причиной низкой производительности труда работников является несовершенная система стимулирования работников. И с этого момента можно сказать, что началось развитие различных методов по мотивации персонала.

Современные виды мотивации сотрудников можно делить на две группы: материальные и нематериальные. К материальным можно отнести: заработная плата, отчисления от прибыли, доплаты, надбавки, компенсации, медобслуживание, путевки. К нематериальным можно отнести: общественное признание, повышение престижа, повышения квалификации, стажировки.

Сейчас мы рассмотрим, какие современные методы мотивации персонала используются в авиационно-космической промышленности. Первая самая основная, по мнению многих мотивация это заработная плата, однако мотивировать персонал только заработной платой нельзя, поэтому многие руководители начали предлагать и предоставлять другие различные виды мотиваторов, а именно это: добровольное медицинское страхование, оформление по трудовому договору, возможность переучиваться на другую технику, различные стажировки, продвижение по карьерной лестнице, командировки, бесплатные абонементы в тренажерный зал, компенсация питания, возможность изучать английский язык, льготные цены на авиабилеты.

Для пилотов многие компании предоставляют бесплатные парковки, с которых их забирает корпоративный автобус и довозит до места работы, бесплатное проживание в 5-ти звездочных отелях с бесплатным питанием, возможность самостоятельно выбирать рейсы, количеством отпусков в 48 дней, летную пенсию помимо основной, с выходом на пенсию предоставляют бесплатные путевки в санатории. Также компании предоставляют обучения за границей, что открывает возможность работать в зарубежных компаниях. Помимо этого, в компаниях, занимающихся продажей различного авиационного и космического оборудования, персонал мотивируют процентом от продаж, удобным графиком работы, возможностью работать на дому, оплатой сотовой связи, наличием зон для отдыха с теннисным столом, зерновым кофе и снеками, для опытных сотрудников предоставляют отдельное рабочее место, оборудованное всем необходимым для эффективной работы. А для некоторых людей мотиватором служит то, что компания выпускает продукт под собственным брендом, то есть не является посредником, ведь для многих людей осознавать, что они вложили вклад в будущее авиации или развитие космической отрасли дороже всего на свете. Иными словами, компания мотивирует своих сотрудников тем, что они работают во благо высшей цели и, что от них зависит судьба многих.

Данные методы мотивации можно и нужно использовать во всех видах производственной деятельности, крупных компаний и частного бизнеса в зависимости от направления их деятельности и возможности реализации.

Список литературы:

1. Abraham H. Maslow. Motivation and Personality (2nd ed.) N.Y.: Harper & Row, 1970; СПб.: Евразия, 1999 Терминологическая правка В. Данченко К.: PSYLIB, 2004

2. Издательский дом «МедиаПро» журнал, «Менеджер по персоналу» 2008
3. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. №5. С. 22.
4. Краева В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс. Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018

Совершенствование системы управления персоналом

Яковенко Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва
katya-sitnova@yandex.ru

Каждой организации для осуществления деятельности нужны трудовые ресурсы. В настоящее время в условиях рыночной экономики большое значение отдается вопросам управления персоналом, эффективности этого управления, тому, как коллектив и его руководители адаптируются к новым все изменяющимся условиям, растет потребность в улучшения системы управления.

Актуальность проблемы совершенствования системы управления персоналом очевидна, поскольку от правильности ведения этой системы зависят конечные итоги деятельности организации.

В качестве базовой организации выступил Научно-исследовательский и проектный институт нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности ОАО "ВНИПИнефть". Основными услугами Компании являются: инжиниринг, управление проектами, проектирование, услуги по авторскому надзору. На сегодняшний день персонал Компании насчитывает около 150 тысяч работников, работающих в более чем в 60 регионах России.

В ходе анализа системы управления персоналом базовой организации были выявлены следующие проблемы:

• Слабо развита система адаптации;
• Нехватка квалифицированных кадров;
• Недостаточное количество молодых специалистов;

Основными направлениями решения указанных проблем являются:

1. Пересмотр критериев и процедур оценки персонала при найме, а также оценки результатов трудовой деятельности персонала.

1. Организация профориентационной работы с вузами с целью привлечения молодых специалистов. Формами такой работы могут являться: привлечение студентов для прохождения практик и стажировок, проведение экскурсий на предприятии, организация лекций и мастер-классов [1].

2. Разработка программы адаптации молодых специалистов, а также разработка положения об адаптации персонала базовой организации.

3. Корректировка системы обучения персонала с учетом стратегических задач базовой организации.

4. Совершенствование системы материального и нематериального стимулирования труда персонала.

Предложенные мероприятия приведут к решению проблем управления персоналом, а вследствие, к более эффективной работе и достижению поставленных целей базовой организации.

Список литературы:

1. Федотова М.А., Михайлов А.А., Тихонов А.И., Куликов С.П. Развитие направлений взаимодействия вуза с внешними партнерами для формирования трудовой активности молодежи // Московский экономический журнал №4, 2018.

2. Тихонов А.И., Воронцова Ю.В., Михайлов А.А., Федотова М.А. Экономика труда на предприятиях авиационной и ракетно-космической промышленности: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 135 с.

3. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

4. Просвирина Н.В. Кадровая политика организации как инструмент управления человеческими ресурсами // Московский экономический журнал. — 2019. — №12.

Секция №9.3 Управление качеством

Постоянное улучшение системы менеджмента качества

Артамонова Ю.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Барменков Е.Ю.
МАИ, Москва
artamonova.julia2013@yandex.ru

Новая версия стандарта ИСО 9001-2015 кроме требования улучшения результативности системы обязывает организацию улучшать её пригодность и адекватность, применять необходимые инструменты и методы для обнаружения слабостей системы и поддержания её постоянного совершенствования.

Стандарт обязывает организацию обеспечивать непрерывность процесса совершенствования, вовлекая в него всех сотрудников. В масштабе всей организации с изыскиваются пути повышения результативности СМК и планируются мероприятия, реализуемые затем на уровне процессов. Целью руководства должно стать постоянное улучшение результативности и эффективности всех процессов организации, постоянный поиск любой возможности, выходящий за ожидания благоприятных обстоятельств, спровоцированных проблемой. Процессы непрерывного улучшения СМК подлежат планированию и управлению.

Стандарт ГОСТ Р ИСО 9001-2015 стимулирует организацию ставить «своей целью повышение удовлетворенности потребителей посредством результативного применения системы менеджмента качества, включая процессы её улучшения, и обеспечение соответствия требованиям потребителей и применимым законодательным и нормативным правовым требованиям».

В случаях, когда менеджмент качества организации ставит целью исключительно обнаружение дефектов, вся организация подходит под название «фабрика по производству дефектов», а дефекты становятся неотъемлемой частью, результатом управленческой деятельности. Снизить дефектность продукции до уровня 0,1–10% в зависимости от специфики производства позволяет управление, основанное только на обнаружении дефектов.

К объектам улучшения относятся: продукция, процессы, СМК. Достигать улучшения продукции можно с помощью постоянного внедрения инноваций в качество, тщательно изучая и прогнозируя будущие потребности клиентов, как имеющихся, так и потенциальных. Процветание бизнеса строится исключительно на формировании новых потребностей, а не на улучшении привычных для потребителя характеристик и свойств.

Для улучшения процессов обычно:

меняют технологию (технические инновации);

меняют методы управления (например, SPC-метод – статистическое управление процессами;

улучшают приемы работы;

осуществляют реинжиниринг.

Улучшение процессов стремится к цели – снизить изменчивость (вариабельность) характеристик качества.

В современном менеджменте разработано значительное количество различных методов, направленных на совершенствование продукции, процессов, СМК.

Идея улучшения реализуется с помощью двух основных подходов:

улучшение через нововведение, характеризуемое использованием новых технологий, типов продукции и значительным повышением мастерства персонала; требует для своего осуществления значительных инвестиций;

непрерывное улучшение, характеризуемое маленькими, постоянными приращениями улучшения существующего качества; вовлекаются все сотрудники для нахождения лучших способов выполнения работы; не требуется значительных инвестиций, т.к. используются

квалификация и опыт сотрудников, которыми надо умело управлять, обучать, а также мотивировать; следует давать сотруднику возможность реализовать предлагаемую им идею.

Вышеназванные подходы не вступают в противоречия, а взаимно дополняют друг друга.

Основными инструментами улучшений являются корректирующие и предупреждающие действия.

Необходимость применения риск- ориентированного мышления в организациях

Барбанакова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.
МАИ, Москва
barbanakova1997@mail.ru

В деятельности любой организации существуют риски, которые могут либо отрицательно, либо положительно повлиять на её деятельность. Оказывающие положительное влияние, риски могут стать возможностями добиться хороших результатов, освоить новую технологию, завоевать новый рынок. А отрицательное влияние рисков может привести к серьезным не только денежным потерям, но также и тяжелым последствиям. Поэтому, работе с рисками в организации необходимо уделять значительное внимание. Существует целая методология работы с рисками, от обнаружения риска до разработки стратегии работы с риском: как предупредить риск, как действовать чтобы минимизировать негативные последствия риска. Многие организации и предприятия понимают, что предупредить риск, негативно воздействующий на деятельность значительно дешевле, нежели потом исправлять его негативные последствия.

Управление рисками — это деятельность, направленная на принятие управленческих решений, связанных с вероятностью обнаружения и возникновения рисков, которые приводят к значительным потерям. Риск — эффект неопределенности на ожидаемый результат. Неопределенность — это состояние даже частичного дефицита информации. Поскольку понятие риск неотделимо от деятельности необходимо уметь управлять рисками. Необходимо интегрировать риски в процессы, таким образом, можно работать с рисками. Применение в организации риск-ориентированного мышления подразумевает выявление, анализ и принятие решений относительно риска, чтобы минимизировать вероятность негативных последствий. Так как, риски являются частью контекста организации, то управление рисками осуществляется посредством анализа факторов внутренней и внешней среды и требований заинтересованных сторон. Исходя из этого, главной целью менеджмента риска является выявить и проанализировать причины риска так, чтобы риск имел положительное влияние, а также минимизировать вероятность негативного влияния.

Риски и возможности должны быть определены и обработаны, хотя в стандарте ГОСТ Р ИСО 9001-2015 нет требования к документированию процесса менеджмента рисков, однако, как показывает опыт, хранить такую информацию будет полезно для того, чтобы можно было провести анализ проделанной работы и определить степень эффективности установленных мероприятий по управлению рисками. Работа с рисками необходима, так как обработка рисков позволяет предугадать возможный сценарий и последствия. Идентификация возможностей поможет предвидеть положительный результат.

Для оценки риска применяются качественные и количественные методы. В обоих случаях необходимо установить критерии оценки, которые предприятия или организация определяет самостоятельно. Критерии оценки устанавливаются исходя из приоритетов.

Популярным и довольно простым методом является оценка рисков с помощью матрицы. Суть такого оценивания заключается в построении матрицы, где описывается вероятность наступления рисков и их последствия, а также финансовое влияние риска. Кроме того, с помощью матрицы можно наглядно убедиться какие риски являются критичными и требуют разработки специальных мероприятий. Это происходит за счет того, что матрицу разделяют на области, которые закрашиваются красным, желтым и зеленым цветами. Красная область

— риски критичные, которые принесут значительные экономические затраты. Желтая область- риски негативные, последствия которых ещё можно предупредить. Зеленая область – допустимые риски, которые не оказывают значительного влияния на деятельность.

Работа с рисками и возможностями осуществляется для того, чтобы система менеджмента качества (СМК) достигала своих намеченных результатов, а также чтобы поддерживался принцип непрерывного улучшения. Способы реагирования на риск: избежание риска, изменение вероятности и последствий риска, допущение риска, чтобы отследить возможности, устранение источника риска, принятие риска на основе обоснованных решений.

К примеру, риск-ориентированное мышление на промышленных предприятиях позволит заранее рассмотреть риски, связанные с приобретением нового оборудования. В процессе планирования закупки нового станка, необходимо заранее определять параметры с целью удобного размещения оборудования на производственной площадке. А также, необходимо определять заранее условия монтажа, эксплуатации и обслуживания, и при необходимости провести обучение персонала по работе на оборудовании. Таким образом, анализируя потенциальные риски, появляется возможность избежать ситуации, когда закупается дорогостоящее оборудование и не используется по назначению. К счастью, на сегодняшний день благодаря риск- ориентированному мышлению такие ситуации случаются редко.

Стандартизация как инструмент управления качеством перспективных материалов для авиационной промышленности

Беляева Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сафин Э.В.
УГАТУ, Уфа
d.belueva_96@mail.ru

Создание и освоение серийного производства принципиально новых образцов аэрокосмической техники невозможно без применения инновационных конструкционных материалов с уникальными механическими и эксплуатационными свойствами. В последние десятилетия в мире и в нашей стране активно развиваются направления, связанные с получением композиционных, неметаллических, наноструктурных материалов, материалов для порошковой металлургии, в том числе применяемых с использованием аддитивных технологий и др.

Однако практическое применение этих материалов сдерживается не только чисто техническими причинами, связанными с необходимостью проведения большого объема предварительных испытаний для получения доказательств того, что новый материал обладает не только высокими механическими свойствами, но и высокими эксплуатационными характеристиками, в том числе живучести при получении повреждений. Также специалисты машиностроительных предприятий, рассматривающие возможность применения таких материалов как конструкционных, испытывают затруднения в оценке их качества. Это приводит к большой вероятности ошибок, значительным экономическим и временным потерям в опытном производстве.

Одним из направлений деятельности, требующих в отечественной аэрокосмической промышленности системной адаптации к современным экономическим условиям, является стандартизация. В области отечественной промышленной стандартизации накопилось много проблем, которые только начали в последние годы системно решаться в связи с принятием и вступлением в силу № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» и ряда постановлений Правительства РФ. Стандартизация — это один из важнейших инструментов внедрения инновационных конструкционных материалов и связанных с ними процессов, поскольку без разработки документов по стандартизации невозможно в принципе говорить о практическом применении новых материалов.

В данной работе выполнен анализ возможностей и перспектив применения методов комплексной и опережающей стандартизации инновационных материалов и использования

такого инструмента стандартизации, как разработка предварительных национальных стандартов.

На примере титанового сплава ВТ6 с ультрамелкозернистыми структурами, обладающими повышенными механическими свойствами, были оценены возможные объекты стандартизации, такие как способы получения и виды заготовок, типы микроструктур, размеры зерен или других структурных составляющих, а также соответствующие этим микроструктурам механические и другие свойства материалов в определенных интервалах их значений. Применение метода опережающей стандартизации позволяет ориентироваться не только на уже полученные опытным путем практические результаты, но и принимать во внимание теоретически обоснованные научные разработки, с целью реализации возможности их скорейшего внедрения, в том числе при импортозамещении.

Выполненный анализ позволяет выработать и конкретизировать общие подходы по стандартизации, как для разработчиков новых материалов, так и специалистов машиностроительных предприятий, внедряющих данные материалы на производстве.

Принципы внедрения процессного подхода в компании

Бриткина Д.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Борзов В.И.
МАИ, Москва
britkinad2001@gmail.com

Процессный подход весьма востребован в наши дни и позволяет улучшить качество выпускаемой продукции. Процессный подход – это конкретные методы работы с качеством, которые опираются на процессы, протекающие на производстве, с целью их улучшения и поднятия уровня качества, также он является важной частью системы качества. Каждый процесс имеет входы и выходы. К входам могут относиться материалы, энергетические ресурсы. А выходы могут быть материальными (в виде продукта) и нематериальные (в виде информации или нематериальной услуги). Процессы в организациях: изучение рынка, закупки, менеджмент ресурсов – постоянно повторяются, поэтому выход одного процесса может быть одновременно и входом следующего. Также, в процессе участвует персонал (например, менеджер), который способен повлиять на продуктивность процесса. Внедрение процессного подхода к управлению дает организации следующие возможности:

1. Разработка «прозрачной» системы управления для принятия управленческих решений высшим руководством.
2. Применение комплекса показателей и критериев для оценки результативности и эффективности управления на различных этапах изготовления продукции или оказания услуг.
3. Создание системы управления, направленной на реализацию требований всех заинтересованных сторон организации.
4. Создание системы управления качеством, отвечающей требованиям общепризнанных стандартов ISO 9001.

Для внедрения процессного подхода организации необходимо тщательно проанализировать все процессы жизненного цикла продукции или услуги и собрать полную и достоверную информацию о них. При этом повышается ответственность персонала, он лучше понимает свои обязанности и быстрее адаптируется к рабочей среде. Данные, полученные в ходе анализа процессов организации, позволяют определить несоответствия и дефекты и разработать действия, направленные на их устранение. Для того чтобы внедрить процессный подход в деятельность организации необходимо выполнить следующие основные действия:

1. Высшее руководство должно принять соответствующее решение. Вся инициатива и мероприятия по внедрению должны определяться высшим руководством, оно должно выступить лидером в этом вопросе. Если оно принимает такое решение, это означает, что и вся организация готова к изменениям в своей деятельности.
2. Необходимо описать действующую на данный момент систему управления организацией и проверить её на работоспособность. На этом этапе определяются

положительные и отрицательные стороны системы управления, возможности её изменения и улучшения. Анализ действующей системы управления покажет, что необходимо в ней изменить при переходе на процессный подход в управлении.

3. Разработка процессов и определение ответственных за них. На данном этапе необходимо определить состав процессов организации, их взаимосвязь и взаимодействие, описать каждый процесс, провести его моделирование, определить входы, выходы, ресурсы, критерии оценки функционирования процесса. Важнейшей задачей с точки зрения управления, которую необходимо решить на этом этапе, является назначение ответственных за функционирование, обеспечение и контроль за работой процесса. Обычно в этом случае выбираются наиболее опытные сотрудники организации, хорошо знающие свою деятельность, имеющие влияние на других сотрудников и умеющие правильно организовать и эффективно управлять своей работой.

4. Планирование и организация работ по внедрению. В организации должны быть чётко определены этапы внедрения, их последовательность и время выполнения каждого этапа и общее время всех работ. Здесь также происходит обучение рабочей группы теории и практике применения процессного подхода. Одной из важнейших задач рабочей группы является также обучение других сотрудников организации и помощь в решении различных вопросов.

5. Разработка и утверждение системы документооборота. На данном важнейшем этапе определяется или разрабатывается перечень документов, которые будут составлять систему управления, основанную на процессном подходе. К ним относятся, например, документированные процедуры, описывающие различные процессы организации, руководство по качеству, включающее модель системы процессов организации, положения о подразделениях; должностные и рабочие инструкции. Документооборот является основой любой системы управления, её материальным источником и поэтому необходимо большое внимание уделять качеству составления, полноте и чёткости формулировок и записей в документах.

6. Внедрение. На данном этапе все сотрудники организации должны знать о процессном подходе всю необходимую информацию, уметь работать с учётом новых условий. Для проверки этих знаний и умений проводится аттестация персонала.

Список литературы:

1. Аристов, О.В. Управление качеством: Учебное пособие для вузов / О. В. Аристов. – М.: Инфра-М, 2008. – 361 с.

2. Аронов, И.З. Техническое регулирование – инструмент инноваций. // Стандарты и качество. — 2007. — № 1. – С. 28 – 33

Анализ изменений в Премиях Правительства РФ в области качества 2004 и 2019 годов

Бульба Е.П.
МАИ, Москва
SuperJeck123@mail.ru

Премия по качеству – это конкурс, который проводится для выявления компании, которая в сравнении с другими проявила себя лучше всего в сфере обеспечения качества товаров или услуг.

Модель Премии Правительства РФ (далее по тексту — Модель) 2004 года состоит из 9 критериев, каждый из которых обладает своей бальной стоимостью, и распределённых на две группы – «Возможности», (в которую входят подгруппы «Лидирующая роль руководства» — 100 баллов, «Персонал» — 120 б., «Политика и стратегия организации в области качества» — 100 б., «Партнёрство и ресурсы» — 100 б., «Процессы, осуществляемые организацией/Процессы, продукция и услуги» — 130 б.), в сумме 550 б., и «Результаты» («Удовлетворённость персонала» — 90 б., «Удовлетворённость потребителей качеством

продукции или услуг» — 180 б., Влияние организации на общество – 60 б., «Результаты работы организации» — 120 б.), в сумме 450 б. [2].

Модель 2019 года состоит из тех же критериев, но уже с изменённой бальной стоимостью, а именно в группе «Возможности» каждый из критериев «стоит» по 100 б., в сумме 500 б., и «Результаты»: 100, 150, 100 и 150 баллов соответственно, в сумме 500 б. [3].

Видно, что никаких серьёзных изменений, кроме перераспределения баллов, за промежуток в 15 лет между этими двумя моделями не произошло, что говорит о правильно выбранном направлении деятельности премии.

Следует заметить, что изменение «стоимости» критериев говорит об изменении приоритетов учредителей модели (а именно Правительства РФ).

Было уменьшено число баллов по критериям «Персонал», «Процессы, осуществляемые организацией/Процессы, продукция и услуги» и «Удовлетворённость потребителей качеством продукции или услуг», и увеличено в критериях «Удовлетворённость персонала», «Влияние организации на общество» и «Результаты работы организации».

В основе своей, изменение баланса баллов между группами «Возможности» и «Результаты» с 450 и 550 до 500 и 500 баллов, а также увеличение оценки критерия «Результаты работы организации» говорит о том, что сегодня для российского бизнеса стали более важны хорошая результативность и объективные результаты деятельности, и менее важны процессы и механизмы, с помощью которых организация достигает этих результатов.

Изменения в оценки области, связанной с персоналом, свидетельствуют о снижении важности того, каким образом организация управляет персоналом, и повышении важности самих результатов, которых достигла организация в отношении удовлетворения потребностей и ожиданий своего персонала. Подобные изменения могут говорить о всё большем влиянии гуманистического периода в управлении качеством, в котором учредители премии стимулируют повышение статуса работника внутри организации, привлечение к участию в управлении, акцентируют необходимость капиталовложений в формирование, использование и развитие людских ресурсов, создание условий для творческого и профессионального развития каждого сотрудника.

Снижение важности критерия «Удовлетворенность потребителей качеством продукции и услуг» и почти равное увеличение важности критерия «Влияние организации на общество» говорит о сдвиге фокуса важности результатов, которых добилась организация в отношении удовлетворения потребностей и ожиданий внешних потребителей в сторону общества на местном, национальном и мировом уровнях.

Список литературы:

1. Премия Правительства Российской Федерации в области качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://roskachestvo.gov.ru/award/ – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 06.02.2020);

2. Премии в области качества — простой и эффективный инструмент для диагностики и совершенствования бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://deming.ru/TehnUpr/PreVObl.htm – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 06.02.2020).

3. Премии Правительства Российской Федерации в области качества. Руководство для организаций – участников конкурса 2016 года, 31 с., 2015 г., — М;

Неразрушающий контроль в производстве

Грехов Д.О.
АО «Каменск-Уральский литейный завод», Каменск-Уральский
grehow93@gmail.com

В современной промышленности при проведении дефектоскопии используются несколько методов неразрушающего контроля(НК). Одним из таких методов, согласно ГОСТ Р 56542-2015 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов», является магнитный. Применять методы неразрушающего контроля необходимо с учетом их производительности, возможности, эффективности и чувствительности. В физической

лаборатории АО «КУЛЗ» применяется магнитолюминесцентная дефектоскопия (разновидность магнитного метода). Её суть заключается в том, что объект контроля намагничивают, затем на его поверхность наносят суспензию с магнитолюминесцентным порошком, в дальнейшем облучают контролируемую деталь ультрафиолетовым светом и по местам свечения порошка определяют наличие несплошностей в объекте контроля. Дефект, находящийся на поверхности контролируемого изделия или в подповерхностной области, создает градиент магнитного поля, который приводит к скоплению магнитных частиц в области несплошности. Площадь, занимаемая порошком, значительно больше площади дефекта, поэтому можно выявить очень незначительные по размеру дефекты. Преимуществами магнитолюминесцентного метода НК являются: его высокая производительность; небольшая трудоемкость; возможность обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов; осмотр объекта контроля как на светлой, так и на тёмной поверхности (что особенно актуально для нашего предприятия). С помощью магнитолюминесцентной дефектоскопии возможно выявить как полые несплошности, так и дефекты, которые заполнены инородным веществом.

Значение затрат на предупредительные мероприятия в общем объёме затрат на качество

Ершова И.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Денискина А.Р.
МАИ, Москва
irka_ershova@mail.ru

Общие затраты на качество

Поддержание определенного уровня качества и его повышение в свою очередь требует от предприятий затрат. Затраты на качество включают в себя: затраты на предупредительные мероприятия, затраты на контроль, затраты на устранение дефектов. Сумма всех вышеперечисленных затрат образует общие затраты на качество.

Предупредительные мероприятия

Затраты на предупредительные мероприятия имеют наиболее важное значение, поскольку позволяют сократить затраты на качество в целом, т.к. вероятность наступления дефекта снижается, также, как и издержки вследствие отказов и оценочные расходы. К предупредительным мероприятиям относятся: планирование качества; проведение анализа нового продукта или услуги; подготовка процесса производства; регулирование процесса; аудит качества; оценка уровня качества поставщика; обучение сотрудников.

Соотношение затрат на качество между собой

Уровень общих затрат на качество высок при больших потерях на дефект и низких затратах на предупредительные мероприятия. За счёт увеличения затрат на предупредительные мероприятия, происходит рост уровня качества. В результате предупредительных мероприятий уменьшается необходимость устранения дефектов и контроля производства. Вследствие этого снижаются соответствующие расходы, что в итоге приводит к минимизации общих затрат на качество. Однако, дальнейшее увеличение затрат на предупредительные мероприятия не является оправданным с экономической точки зрения, что приводит к выводу о необходимости планирования затрат на качество для достижения экономического равновесия.

Значение планирования в управлении качеством

Планирование является основной функцией управления, которая обеспечивает развитие производства и эффективное использование имеющихся ресурсов. Под планированием качества подразумевается деятельность, устанавливающая цели и требования к качеству продукта или услуги, а также деятельность по применению элементов системы менеджмента качества. Для того, чтобы достичь действенности в планировании повышения качества продукта или услуги, необходимо осуществлять его на всех уровнях управления и этапах жизненного цикла изделия. Необходимым условием также является обеспечение планов

повышения качества всеми необходимыми ресурсами, в том числе финансовыми и трудовыми. Планируемые показатели и мероприятия, необходимые для повышения качества продукта или услуги, должны быть тщательно обоснованы расчетами экономической эффективности.

При планировании затрат на качество также необходимо учитывать, что предупредительная деятельность требует значительных затрат, которые, однако окупаются и в конечном итоге приносят прибыль. Кроме того, новые конструкторские и технические разработки или новые процессы на производстве продукта или услуги могут поспособствовать появлению новых проблем, и как следствие новых предупредительных затрат.

Рассмотрение типичного соотношения элементов затрат на качество в машиностроении

Существующие исследования, посвященные затратам на качество демонстрируют тенденцию того, что несмотря на объективные свидетельства экономической обоснованности увеличения затрат на предупредительные мероприятия, в затратах на качество на предприятиях тяжелой промышленности в основном преобладают затраты на потери. В соответствии с данными, опубликованными за последние годы в изданиях таких органов, как Институт обеспечения качества в Великобритании, Американское общество по управлению качеством и Европейская организация по качеству, можно сделать вывод, что минимальное выделение средств на предупредительные мероприятия приводит к росту возможных дефектов, а как следствие к значительному росту затрат на устранение дефектов.

Тезисы Джозефа М. Джурана, подтверждающие необходимость затрат на предупредительные мероприятия

Джозеф М. Джуран, вёл свои рассуждения, исходя из вопроса, на сколько изменятся затраты фирмы в условиях исчезновения всех дефектов. В качестве решения, он предложил принцип «Золото в шахте». Шахтой в данном принципе является повышение качества на производстве, и для извлечения выгоды, следовательно, необходимо приложить усилие. По его идее, мероприятия по повышению качества процессов и продуктов являются окупаемыми за счет снижения себестоимости и расходов их последующего обслуживания. Кроме того, профессор Джозеф М. Джуран является автором концепции ежегодного улучшения качества. Одним из основных её принципов является разработка мероприятий, направленных на исключение и предупреждение ошибок в области управления качеством.

Очевидно, что на практике невозможно избавится от каких-либо дефектов на производстве полностью, однако тезис Джозефа М. Джурана о необходимости предупреждающих действий для сокращения возможного брака, по-прежнему остаётся актуальным. С точки зрения распределения средств, важнейшим объектом для размышления в любой компании должно быть процентное соотношение общих затрат на качество и общего объема продаж, поскольку любое снижение затрат на качество повышает прибыль.

Управление качеством при изготовлении электротехнического оборудования

Зиновьева А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Одиноков С.А.
МАИ, Москва
nastia.zinovieva@gmail.com

Электротехническое оборудование – агрегаты, используемые для обработки энергии и преобразования этой энергии в заданные функции, выполняемые прибором. Данный вид оборудования используется в различных областях деятельности, начиная с бытовых приборов и заканчивая сложной техникой, предназначенной для военных и иных отраслей. Поэтому, стандарт ИСО 9001:2015, как правило, внедряется вместе с соответствующими отраслевыми стандартами применительно к качеству. Ключевым процессом изготовления электротехнического оборудования является процесс размещения электрорадиоэлементов (ЭРЭ) на печатной плате и закрепления их с помощью процесса пайки. Поскольку процесс пайки является критическим процессом, для изготовления данного вида оборудования,

параметры которого невозможно оценить в процессе его протекания, управление качеством изготовления электротехнического оборудования имеет свою специфику. Одной из особенностей данного процесса является оценка качества пайки. Оценить данный процесс возможно только после полного завершения протекания процесса сборки и монтажа ЭРЭ на печатных платах.

На практике применяют два основных метода контроля качества пайки ЭРЭ при изготовлении электротехнического оборудования, к ним относятся визуальный и функциональный контроль. Визуальный контроль позволяет обнаружить видимые дефекты характерные для процесса пайки, к которым можно отнести трещины, царапины, поры, раковины, вздутия и прочие дефекты. Функциональный контроль заключается в проверке функционирования изделия или отдельно взятого узла и направлен на контроль отсутствия замыканий, правильности установки элементов и работоспособности прибора или отдельной его части. Данные виды контроля направлены исключительно на выявление пригодных и не пригодных деталей без возможности управления процессом.

Используя несколько статистических инструментов можно в полной мере оценить качество пайки в готовом изделии и проанализировать данный процесс с целью его улучшения или стандартизации. Так, например, использование различных видов контрольных карт может служить инструментом сбора информации о дефектах и стабильности протекания процесса пайки. Использование диаграммы Парето позволяет выделить наиболее часто повторяющиеся дефекты, а диаграмма Исикавы найти первопричины появления этих дефектов.

Использование данных методов в совокупности с выполнением требований стандарта ИСО 9000:2015 позволяют разрабатывать различные методики, позволяющие косвенно производить оценку текущего состояния процесса, выявлять узкие места процесса и находить причины, приводящие к появлению дефектов. Все выше перечисленное позволяет сделать данный критический процесс управляемым и поддерживать стабильный уровень качества сложных электротехнических изделий.

Подход к оценке «коэффициента качества производства» радиотехнических устройств спутниковой связи с учетом системы менеджмента качества

Королев П.С.
Научный руководитель — к.т.н. Жаднов В.В.
ВШЭ, Москва
pskorolev@mail.ru

Для сохранения конкурентных преимуществ на рынке предоставления услуг спутниковой связи, предприятиям аэрокосмического комплекса необходимо уделять особое внимание надежности и качеству разрабатываемых радиотехнических устройств (РУ). В действительности, обеспечение надежности и качества РУ – одна из приоритетных задач при проектировании и производстве [1, 2]. И, добиться производства надежных и качественных РУ позволяет не только соблюдение необходимых мероприятий, указанных в нормативно-технической документации (НТД), но и эффективное использование системы менеджмента качества (СМК). Эффективность СМК может быть достигнута только в том случае, если она будет внедрена и поддерживаться в рабочем состоянии на всех стадиях жизненного цикла телекоммуникационного оборудования спутниковой связи с учетом потребностей всех заинтересованных сторон.

Но, статистика отказов искусственных спутников земли (ИСЗ) разных стран [3] свидетельствует о недостатках в стратегии обеспечения надежности, а соответственно, и качества. Не лучшая ситуация в этом показателе наблюдается в Российской Федерации (РФ): один отказ приходится на каждый пятый ИСЗ, при этом, большую долю отказавшего оборудования занимают радиотехнические устройства.

Поэтому целью данной работы является повышение надежности и качества РУ с использованием требований СМК.

Существующие подходы к оценке «коэффициента качества производства» как в РФ, так и за рубежом, имеют ряд недостатков.

Исследование вопросника [4], предназначенного для экспертов показывает, что вопросы для каждого из используемых коэффициентов не имеют структурированности и отсутствует указание на принадлежность к характерной НТД. Но, необходимо также оценивать эффективность СМК по определенным критериям, что отсутствует в существующих подходах [4, 5].

Статистика отказов, приведенная в открытом источнике [3] свидетельствует о несовершенстве используемого подхода для получения корректных численных значений характеристик единичного показателя надежности – безотказности [5].

Качество изготовляемых РУ напрямую зависит от того, по какому принципу сформирована СМК на предприятии и максимально ли используется её потенциал. Чтобы численно оценить эффективность СМК, а также насколько полно предприятие использует её возможности, необходимо разработать критерии. Предлагается оценивать эффективность СМК с помощью частных критериев.

Основными данными, используемыми при расчете для определения частных критериев, являются показатели деятельности предприятия.

Стоит отметить, что у каждого частного критерия имеются показатели, значимость которых определяется с помощью весовых коэффициентов и индивидуальных значений, назначаемых экспертами.

Разрабатываемый подход оценки «коэффициента качества производства» с учетом требований СМК позволит своевременно контролировать выполнение мероприятий для выпуска надежных и качественных РУ спутниковой связи, применяемых для обеспечения формирования, приема, обработки и передачи информации. Это приведет к созданию конкуренции предприятиями РФ мировым лидерам в предоставлении услуг космической связи.

Список литературы:

1. Тюлевин С.В. Анализ отказов элементов бортовых радиоэлектронных средств // Наука и инновации в современном мире: техника и технологии Одесса, 2017. С. 7-31.

2. Севастьянов, Н.Н., Андреев А.И. Основы управления надежностью космических аппаратов с длительными сроками эксплуатации: учебное пособие. М.: Томск: ТГУ, 2015. 266 с.

3. Отказы ракетно-космической техники. URL: https://www.ecoruspace.me/orbital_failures.html (дата обращения: 10.10.2019).

4. RIAC-HDBK-217Plus. Handbook of 217PlusTM reliability prediction models. USA: RIAC, 2006. 170 p.

5. Надежность ЭРИ 2006: справочник. М.: МО РФ, 2006. – 641 с.

Преимущества внедрения систем менеджмента качества

Красильников И.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Барменков Е.Ю.
МАИ, Москва
iluakii4@gmail.com

У руководителей организаций часто возникает вопрос, что, помимо улучшения деловой репутации, может быть достигнуто путем внедрения СМК.

На практике внедрение СМК способствует:

1. Повышению прозрачности организации в сфере его организационной структуры, бизнес-процессов и конкретных функций. Разработка процедур, представляющих собой алгоритм деятельности, связанной с качеством, неизменно влечет за собой более четкое определение организационной структуры (представленной в виде иерархической схемы полномочий, обязательств и взаимоотношений, по которой организация выполняет свои функции), а также бизнес-процессов и функций. Это не касается финансовой прозрачности, так как СМК не затрагивает финансовую деятельность организации;

2. Совершенствованию управляемости организации – в виду того, что при создании СМК четко распределяется ответственность за выполнение соответствующих процедур. В частности, в большинстве процедур предусмотрено ведение записей (отчетов) о качестве, которые составляют ответственные лица после выполнения установленных действий. В процессе создания СМК уточняются положения о подразделениях, должностные и рабочие инструкции, что также служит повышению управляемости организации. Кроме того, внедрение СМК по требованиям стандарта ИСО 9001-2015 способствует усилению горизонтальных связей в управлении организацией в противовес вертикальным, переходу от разобщенности к сотрудничеству, демократизации административного управления. Все это улучшает согласованность производственных операций, повышает эффективность взаимодействия между подразделениями организации;

3. Развитию организации, что обусловлено следующими факторами: (а) повышением компетентности персонала благодаря его обязательной подготовке; (б) вовлечением персонала в процесс создания системы; (в) повышением эффективности производства за счет устранения лишних функций и снижения доли некачественной продукции; (г) концентрацией усилий на наиболее важном, существенном; (д) улучшением отношений с потребителями и поставщиками. Но наиболее очевидно сертификация и эффективное функционирование систем менеджмента качества влияют на конкурентоспособность организации, так как наличие сертификата значительно поднимает имидж её и её торговой марки. Наличие сертификата значительно увеличивает вероятность успеха при участии в конкурсах и тендерах, а зачастую является обязательным условием;

4. Повышению активности персонала, созданию творческой, деятельной атмосферы, так как обязательным условием внедрения систем менеджмента качества является активное вовлечение всего персонала. Согласно третьему принципу менеджмента качества, основанного на стандартах ISO серии 9000, «сотрудничество и вовлечение персонала позволяет полностью и эффективно использовать способности последнего для выгоды организации». Большинство «инструментов» качества вводит групповые методы решения поставленных задач.

Повышение эффективности выпуска гражданской авиационной техники за счет внедрения информационных технологий

Куватова Г.А.
Научный руководитель — Соболева Э.И.
АО «ЗАСЛОН», Жуковский
gulnara.andreevna@bk.ru

Информационное сопровождение деятельности авиационного предприятия, как правило, основывается на применении документов в «бумажной» форме и вводе информации ручным способом. Характерные ему слабые места: многочисленные ошибки, снижение эффективности, затраты времени на оформлении документации. В конечном итоге данные проблемы приводят к снижению качества продукции.

Решением этих проблем выступают внедрение новых CALS — технологий. Данные технологии должны основываться на единой стандартизованной платформе, для всех участников кооперации.

Можно выделить основные достоинства реализации CALS.

Во-первых, в условиях динамично развивающегося рынка необходимо сокращение ресурсов при производстве изделия. При автоматизации процессов значительно сокращается трудоемкости, которое уходило на монотонную работу. Выпуск продукта раньше конкурентов позволит предприятию определить сегмент рынка потребителя и закрепить за собой право на интеллектуальную собственность.

Во-вторых, немало важным плюсом является сохранность информации. Можно быть уверенным, что документация на выпускаемое изделие находится в базе данных предприятия и может быть надежно защищена.

В-третьих, выявление брака на ранних этапах создания продукции говорит в пользу внедрения новых технологий. Процесс разработки и выпуска изделия, в авиационной отрасли обычно осуществляются с большими затратами, в случае потребности переделок, из-за выявления брака затраты предприятия значительно увеличиваются. Предоставление своевременной достоверной информации с помощью CALS может резко сократить вероятность брака.

Для внедрения CALS технологий необходимо детально проработать все этапы и проанализировать деятельность предприятия.

На первоначальном этапе сформировать рабочую группу для реализации проекта. Нужно привлечь разнопрофильных специалистов, при необходимости сторонние организации.

Далее необходимо проанализировать информационное обеспечение предприятия. Так как на многих предприятиях уже имеются программы автоматизации некоторых процессов, нет необходимости начинать с нуля. При реализации проекта необходимо обратить внимание на имеющиеся системы. При возможности объединить и усовершенствовать их.

Так же необходимо разработать концепцию внедрения технологий и создание нормативно-технической базы. Необходимо подготовить план внедрение инноваций. В нем должны содержаться перечень работ, обязанности всех участников, организация работы, а также процессы, связанные с контролем работ, устранением замечаний. Необходимо выделить первостепенные задачи. Внедрение CALS-технологий должно быть поэтапным.

Так же выбор и приобретение технических инструментов и разработка инноваций потребует значительных вложений и времени. Необходимо запустить пробную версию. Устранить ошибки или сделать структуру более эргономичной. Далее необходимо наполнить систему необходимыми данными о выпускаемых изделиях. Перевести документы из бумажного формата в электронный вид.

Опираясь на вышеперечисленное, можно сказать, что основной проблемой для многих предприятий станет поиск источника финансирования проекта или выделение средств из собственных активов. Определение прогнозируемой прибыли от внедрения CALS представляет собой поэтапный процесс. Сначала определяются издержки и возможная выгода, которые уточняются в процессе внедрения.

Совершенствование системы решения проблем качества на предприятии

Куракова С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванова И.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
kurakova-sveta@mail.ru

Проблема качества в современных условиях актуальна для любого предприятия, поскольку качество продукции во многом определяет уровень конкурентоспособности самой организации. Конкурентоспособность заключается в возможности обеспечить необходимый уровень качества и при этом наделить продукцию новыми свойствами. Качество начинается с исследования потребностей. Это самый важный этап жизненного цикла любого товара, именно на нем формируется то, каким будет товар, формируется образ, определяются общие характеристики. Работа по управлению качеством продукции является важнейшим видом деятельности для всего персонала, от высшего руководства до исполнителя. [1]

Проблема качества для организацией имеет перманентный характер. Качество на данный момент воспринимается как задача, от выполнения которой будет зависеть стабильность любого предприятия. Качество – важнейший показатель деятельность предприятия. Но не стоит забывать, что качество – это не только угодить потребителю, но и придерживаться технических условий (ТУ), так как без них не может быть осуществлена сертификация продукции.

Разнообразие методов и средств управления качеством затрудняет выбор их для практического применения. Большинство предприятий активно применяют инструменты менеджмента качества и концепцию бережливого производства. Основная идея состоит в

постоянном стремлении исключить любые виды издержек. Бережливое производство – это концепция, предполагающая вовлечение в оптимизации каждого сотрудника. Такой принцип направлен на максимальное ориентирование в сторону потребителя [2, 3].

Одним из методов бережливого производства является система 5S и система улучшения производственного процесса, основными целями которой являются снижение потерь, организация рабочего места и повышение производительности труда на предприятии. Система 5S является первым методом бережливого производства, который применяют организации, для того чтобы облегчить внедрение других методов бережливого производства, оптимизирующих организацию рабочих процессов и технологические процессы [3].

На предприятии АО "Ярославский завод дизельной аппаратуры" внедрены и действуют такие методы качества, как бережливое производство, метод шести сигм, контрольный лист и диаграмма Парето. Эти инструмента качества позволили АО «ЯЗДА» решить ряд важных вопросов в организации производства. Но на данный момент есть проблемы: утечка топлива из-под уплотнительных колец, биение при обработке, не устанавливается в приспособление испытательного стенда и многие другие, которые указывают на потребность в дальнейшем совершенствовании системы решения проблем качества. Для этого предлагается внедрить новый метод — метод решения проблем «одна за одной».

Любая проблема состоит из «видимой» и «невидимой» сторон. Видимая сторона – это проявления проблемы, а её истинная причина, как правило, скрыта. Метод решения проблем «одна за одной» направлена на выявление первопричины несоответствий через экспериментальную проверку гипотез. Первый этап проведения методики заключается в том, что команда выдвигает гипотезы, объясняющие возникновение несоответствия, после чего создаются условия, при которых проблема может повториться, и проводятся эксперименты, направленные на определение истинности гипотезы. Затем проводится оценка результата: исчезла проблема или нет? Каждый шаг записывается в специальном бланке, на выходе группа получает подробное описание проблемы.

Путем рассмотрения и проверки различных гипотез «одна за одной» определяется коренная причина проблемы. Благодаря коллективному взгляду на проблему и анализу ситуация оценивается со всех сторон. Системный подход позволяет с минимальными затратами сосредоточится на решении проблем. Основными преимуществами применения метода решения проблем «одна за одной» для предприятия будет быстрое и эффективное решение проблем непосредственно на конкретном рабочем месте производственной площадки и повышение персональной ответственности.

Список литературы:

1. Альшин В. М., Глазовская Е. С., Перцева Е. Ю. Проектный подход к реализации концепции устойчивого развития в компании. – М.: Инфра-М, 2015. – 268 с.
2. Баттрик Р. Техника принятия эффективных управленческих решений. – 2-е изд. / Пер. с англ. ; Под ред. В. Н. Фунтова. – СПб.: Питер, 2006. – 416 с.
3. Кандалинцев В. Г. Сбалансированное управление предприятием. – М.: КНОРУС, 2010. – 224 с.

Роль систем менеджмента качества при цифровой трансформации бизнеса

Мандраков Е.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Васильев В.А.
МАИ, Москва
tandem1995@mail.ru

В наше время наблюдается все больший рост использования и создания цифровых технологий, что создает новую среду, в рамках которой, различные компании взаимодействуют друг с другом. Системы менеджмента качества (СМК), уже долго «живут бок о бок», с подобного рода технологиями. Феномен цифровой трансформации обязывает организации, к использованию подобных технологий, чтобы сохранить на рынке конкурентное преимущество, и отвечать нуждам потребителей и сотрудников.

В рамках цифровой трансформации, организации обретут новый облик, для чего будут задействованы специалисты СМК данных организаций. Именно поэтому важно осуществить правильный переход, к новой цифровой модели управления. Для этого можно обратиться к циклу Шухарта-Деминга, и по его модели осуществить цифровую трансформацию. Действия в рамках цикла будут иметь следующий облик:

1. (Plan) Планирование цифровой трансформации. СМК на данном этапе поможет разработать ключевые требования к трансформации, определить стратегию трансформации, также определить каков должен быть конечный облик «трансформированной компании»;

2. (Do) Проведение цифровой трансформации. Данный этап проекта по цифровизации, заключается в выполнении запланированных мероприятий, координации коллективных усилий и стимулировании сотрудников. Деятельность СМК на данном этапе должна заключаться в помощи и консультировании специалистов, а также контроле текущих операций;

3. (Check) Оценка проведенной трансформации. После проведения трансформации необходимо определить, были ли достигнуты запланированные показатели. Как раз это будет являться основной работой для специалистов СМК, которые будут собирать и оценивать данные, полученные в ходе цифровизации;

4. (Act) Осуществление деятельности в рамках «трансформированной компании». В случае успешной трансформации, специалисты по качеству, как и все сотрудники фирмы, начнут работать в новых условиях. На данном этапе, роль СМК будет заключаться: в поддержании этих условий и осуществления процесса постоянного улучшения.

Преимущества и недостатки систем измерения результатов деятельности

Махиянов И.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Карепин П.А.
МАИ, Москва
i-mak63@mail.ru

Необходимость измерять эффективность функционирования компании существовала давно, однако в последние три десятилетия вопросы, связанные с разработкой сбалансированных систем измерения результатов деятельности, включающих как финансовые, так и нефинансовые показатели, приобрели особую актуальность. Практика показала, что традиционные финансовые показатели деятельности являются запаздывающими индикаторами, которые не учитывают стратегию и цели компании и в реалиях современной конкурентной экономики оказываются недостаточными.

В последние годы было разработано несколько сбалансированных систем измерения результатов деятельности. Однако их разнообразие и неточность перевода зарубежных источников информации затрудняют отечественным организациям выбор оптимальной системы. Понятие Performance часто переводится как «эффективность», «результативность», «производительность», хотя корректным переводом является словосочетание «результаты деятельности», как это установлено стандартом ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Также в научной среде отсутствует единое определение понятий «результаты деятельности» и «измерение результатов деятельности», что ограничивает возможности обобщения и сопоставления исследований в этой области.

Тем не менее, понимание того, каким критериям должно соответствовать измерение результатов деятельности в организации, существует. Данные критерии нашли свое отражение в стандарте ISO 9004:2018. В исследовании подробно рассмотрен раздел 10 данного документа и выделены основные рекомендации для системы измерения результатов деятельности.

С использованием этих рекомендаций в качестве критериев проанализированы четыре распространенные системы измерения результатов деятельности («Матрица измерения результатов деятельности», «Пирамида результатов деятельности», «Сбалансированная

система показателей», «Призма результатов деятельности»), определены их сильные и слабые стороны.

Проведенный анализ позволил проследить эволюцию этих систем и установить, что каждая из них привносила новаторские идеи и устраняла слабые стороны своих предшественниц. В то же время каждая из рассмотренных систем не лишена недостатков. Поэтому преждевременно и недальновидно считать, что проблема создания универсальной системы измерения, охватывающей все аспекты деятельности организации и предоставляющей руководителям и другим заинтересованным сторонам объективную информацию о функционировании бизнеса, успешно и окончательно решена.

Сертификация АТ. Возможность выхода на мировой рынок

Нечаев В.А.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
nechaev_2017_vasily@mail.ru

С целью улучшения существующих позиций вертолётной техники от холдинга АО «Вертолёты России» (далее – Холдинг) на мировых рынках, в части увеличения рынка сбыта высокотехнологичной продукции, требуется рассмотрение таких аспектов, как сертификация авиационной техники (далее – АТ). В связи с вышеизложенным в данной статье будут даны предложения по повышению уровня конкурентоспособности на мировой арене за счет сертификации АТ.

Ключевым направлением деятельности предприятий, входящих в Холдинг, для международной конкурентоспособности, должно быть увеличение уровня качества производимой техники и улучшение её эксплуатационных характеристик. Все эти направления и являются основополагающими факторами, которые подлежат сертификации АТ. Поэтому повышение международной конкурентоспособности – это важное и необходимое условие для успешной интеграции производимой техники в мировую индустрию вертолётостроения.

Но для начала хотелось бы сказать, для чего нужна сертификация и как она может повлиять на вход в мировую индустрию. Сертификация появилась в связи с необходимостью защитить внутренний рынок от продукции, непригодной к использованию и несоответствующей уровню безопасности. В ходе работ по сертификации проявляются определенные ограничения к эксплуатации и техническим характеристикам АТ. Данная экспертиза, позволяет определить истинные характеристики вертолёта и его ограничения при эксплуатации, что повышает уровень безопасности вертолёта. Говоря простым языком, сертификация — это документальное подтверждение требованиям норм к летной годности и охране окружающей среды, определяемое на конкретный тип АТ. В случае, если характеристики вертолёта удовлетворяют требованиям безопасности норм к летной годности и охране окружающей среды регламентируемые в определенной стране (далее – Договоренность), то данная АТ может эксплуатироваться в пределах соответствующего рынка. Вышерассмотренный процесс, при котором происходит Договоренность, называется — валидация.

В этой связи, улучшив качество и эксплуатационные характеристики АТ, а также проведя сертификационные работы, которые будут удовлетворять требованиям EASA, перед холдингом открывается новый рынок сбыта. Данная процедура откроет возможность продажи вертолётов в 24 страны Европы.

Учитывая вышеизложенное, валидированная АТ в EASA откроет новые возможности для Холдинга, в части расширения рынка сбыта, а также выведет предприятия на новый финансовый уровень, что позволит увеличить количество производимой техники и её модификаций.

Список литературы:
1. Федеральные авиационные правила «Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей» Часть 21, от 17 июля 2019 г.
2. Федеральные авиационные правила «Требования по авиационной безопасности к эксплантатам авиации общего назначения» Часть 29.
3. Авиационные правила «Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей» Часть 21, от 2013 г.
4. Методические рекомендации «Процедура сертификации авиационной техники» №МР21.004 Ревизия 01, от 2019 г.

Актуальность оценки качества электронных образовательных ресурсов

Низамова И.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
inera2011@yandex.ru

Современное общество развивается стремительно быстро, наступает новая эпоха цифровизации – широкого внедрения во все сферы деятельности человека новых информационных технологий последнего поколения. Информационные технологии широко внедряются и в образовательную среду. Разрабатываются онлайн-курсы, которые позволяют повысит профессиональные качества выпускника, а также пройти обучение не просто в аудитории – традиционным способом, а повторить материал дома и после прохождения курса закрепить знания тестированием [1].

В основе ФГОС ВО лежит методологическая основа компетентностный подход. Реализация ФГОС ВО основной образовательной программы предполагает использование в образовательном процессе интерактивных технологий, которые способствуют развитию профессиональных навыков обучающихся и предъявляется требование в процентном соотношении, что часть аудиторных занятий студентов должна быть в интерактивной форме. Кроме того, стандарты нового поколения так же предъявляют требования к обязательному онлайн обучению. Данное требование подразумевает, что все вузы так или иначе должны разработать онлайн-курсы и перейти на новый формат интерактивного обучения.

На сегодняшний момент электронные образовательные ресурсы разработаны для различных видов занятий: лекций, лабораторных работ, практических занятий, семинаров и для самостоятельной работы. В основном в ЭОР обучение направлено для выполнения самостоятельной работы. Но требования реальности таковы, что необходимо разработать ЭОР для большого количества дисциплин в учебном плане образовательной программы.

Вузы, которые решили перейти на онлайн обучение с использованием ЭОР, обязаны обеспечить особые условия: должны быть доступны ресурсы и информационные технологии, позволяющие освоить программу в полном объеме без обращения к иным источникам информации и без привязки к местонахождению студента. То есть это создание электронных библиотек, а также обеспечение доступа к базам данных и электронным архивам. А так же, не менее важным фактором является, что для создания качественного электронного образовательного ресурса преподаватели должны в полной мере владеть навыками использования компьютерных технологий и иметь помощь со стороны специалистов в этой области. Кроме того, нужно владеть технологией создания и управления ЭОР, который должен состоять из нескольких основных модулей, реализуемых на основе целого ряда программных продуктов.

С переходом вузов на онлайн обучение появляется ряд проблем с оценкой качества онлайн-курсов, которые нужно решать и для устранения этих проблем был образован Экспертный совет по качеству онлайн-курсов, создание которой предусмотрено приоритетным проектом «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации».

Экспертный совет является важным компонентом системы оценки качества онлайн-курсов. Задачи Экспертного совета будут касаться, с одной стороны, стратегических вопросов развития онлайн-обучения, а с другой — прикладных решений, в том числе конкретных видов экспертизы онлайн-курсов.

К компетенциям совета относятся развитие системы оценки качества онлайн-курсов, актуализация требований, подготовка и внесение изменений в нормативные акты, регулирующие систему оценки качества, утверждение новых регламентов, проведение независимых экспертиз и так далее.

По сравнению с традиционными подходами к обучению создание ЭОР является трудоемким для преподавателей к преподнесению учебного материала. Преподавателю при подготовке к созданию ЭОР нужно тщательно отбирать учебный материал и вносить туда только те данные, которые являются актуальными и подтвержденными. Так же преподаватель должен иметь соответствующую подготовку и владеть знаниями работы на новых информационных технологиях.

В качестве критериев оценки качества электронных образовательных ресурсов можно использовать: понятность, доступность, наличие возможности тестирования, защищенность от несанкционированного доступа, удобство добавления и форматирования материала, возможность выдачи результатов тестирования для студентов по окончании самопроверки.

Онлайн обучение – это важный, актуальный и результативный инструмент, лишь при условии грамотного их использования, то есть правильного сочетания электронных образовательных ресурсов с традиционными методами обучения [2]. То есть онлайн-курсы дополняют традиционную модель обучения, тем самым повышая качество образования.

Список литературы:

1. Кузнецов Н.В., Онлайн-образование: ключевые тренды и препятствия // E-Management. Т. 2, № 1. 2019. 19 – 25 с.

2. Куценко С.М., Косулин В.В., Электронные образовательные ресурсы как инструмент обучения. Актуальные вопросы инженерного образования: содержание, технологии, качество. Материалы межвузовской конференции, посвященной 70-летию Ю.Г. Назмеева. – Казань: Издательство «Бриг». 2016. Т. 2. 194 – 198.

Внедрение внешних нормативных документов в процесс аудита СМК предприятий-поставщиков в ПАО «ОДК-УМПО»

Салихова Д.М.
Научный руководитель — доцент, д.б.н. Горбушина С.Н.
УГАТУ, Уфа
diana1995-95@mail.ru

С целью установления единого подхода к проведению аудита СМК предприятий-поставщиков для всех организаций, входящих в Объединенную двигателестроительную корпорацию (ОДК), была поставлена задача внедрить общие стандарты, определяющие требования к данному процессу. Для ПАО «ОДК-УМПО» выполнение этого задания сопряжено с необходимостью прохождения сертификации на новую модель авиационного двигателя.

Как известно, в России три стандарта устанавливают требования к системе менеджмента качества в авиационной промышленности:

• ГОСТ РВ 0015-002-2012 Система разработки и постановки на производство военной техники. Система менеджмента качества. Общие требования. Стандарт используется в том случае, когда предприятие выполняет заказы Министерства обороны Российской Федерации;

• ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Система менеджмента качества. Требования. Стандарт применяется для организации системной работы предприятия в области качества при экспорте продукции зарубежным заказчикам;

• AS 9100D Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности. Требования. Стандарт предназначен для

сертификации организаций, которые разрабатывают, проектируют и/или поставляют продукцию и услуги для авиакосмической промышленности.

Наряду с этим в России действуют Федеральные авиационные правила "Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей. Часть 21".

Потребность в едином подходе к проведению аудита СМК предприятий-поставщиков для организаций, входящих в состав Объединенной двигателестроительной корпорации (ОДК), послужила основанием внедрения общих для них стандартов, определяющих требования к данному процессу:

• СТО ОДК 112 «Управление качеством. Аудит поставщиков»;

• СТО ОДК 113 «Управление качеством. Компетентность аудиторов»;

• Контрольные карты проверки соответствия организации – изготовителя авиационной техники требованиям авиационных правил.

Целью СТО ОДК 112 служит описание единого подхода к планированию, проведению, оценке результатов аудитов поставщиков на всех предприятиях ОДК, что создает условия для повышения качества закупаемой продукции.

Стандарт организации ОДК 113-2019 описывает требования к компетентности аудиторов в области качества и её оценке, ведению реестров аудиторов и поддержанию их профессионализма на должном уровне.

Контрольные карты устанавливают требования, которым должно соответствовать предприятие, сертифицирующееся в связи с производством двигателей новой модели. Внедрение и соблюдение требований, изложенных в контрольных картах, означает, что предприятие – изготовитель авиационной техники соблюдает требования Федеральных авиационных правил.

Для ПАО «ОДК-УМПО» внедрение перечисленных документов является обязательным условием для прохождения сертификации на производимую предприятием новую модель авиационного двигателя. Эти обстоятельства объясняют оперативную деятельность бюро внутреннего и внешнего аудита по актуализации уже имеющейся в организации документации в связи с выполнением требований Федеральных авиационных правил.

Анализ системы контроля качества лекарственных средств

Султанова Л.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
lilija.sultanova2013@gmail.com

На сегодняшний день фармацевтическая промышленность является одним из важных направлений во всем мире и имеет огромное значение для состояния здоровья всего населения. Малейшая ошибка в изготовлении продукции может негативно повлиять на состояние организма человека и вместо лечения привести к ухудшению здоровья, поэтому так важно контролировать качество лекарственных средств (ЛС).

В каждой стране имеются свои стандарты, которые контролируют качество ЛС на всех этапах жизненного цикла продукции. Для выхода на международный рынок реализации ЛС существующих государственных стандартов недостаточно, необходимо придерживаться требований международных стандартов, принятых Международной организацией ISO.

Компания ОАО «Фармстандарт-УфаВИТА» – один из лидирующих производителей ЛС на российском рынке, который даже выходит на международный уровень. Залогом успеха является их стремление соответствовать нормам международного стандарта GMP. Однако компания не останавливается на достигнутом и старается все больше совершенствовать систему управления качеством на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) продукции.

Для того, чтобы качество продукции было на высшем уровне, необходимо вовремя выявлять брак на производстве, а правильнее будет сразу стремиться не производить брак. Во всяком случае так будет дешевле и выгоднее для предприятия, так как контроль качества готовой продукции является завершающим этапом технологического процесса производства

ЛС. Соответственно, когда ресурсы израсходованы и время потрачено, будет поздно что-то менять. Поэтому так важно контролировать качество ЛС на всех этапах ЖЦ продукции.

Для организации производства и контроля качества ЛС необходимо наличие высококвалифицированных сотрудников, современного оборудования и необходимых нормативных документов [1]. Все эти требования выполняются в ОАО «Фармстандарт-УфаВИТА». Так, например, на предприятии применяются современные оборудования и инновационные технологии ведущих европейских производителей. А также все специалисты предприятия обучаются требованиям надлежащей производственной практики (GMP) в ведущих российских учреждениях. Кроме того, руководство разработало систему документации в соответствии с требованиями GMP, ИСО. Целью данной системы является своевременное обеспечение подразделений предприятий необходимой актуальной документацией в объеме и состоянии, достаточном для результативной организации процессов [2].

Обеспечение качества выпускаемой продукции является основной задачей руководства компании ОАО «Фармстандарт-УфаВИТА» [3]. Важную роль в обеспечении качества ЛС имеет грамотное распределение обязанностей между сотрудниками. Ответственность каждого сотрудника за выполнение своей работы позволит контролировать качество выпускаемой продукции, в том числе в случае необходимости своевременно предупредить отклонения от нормы производства, а также среагировать на выпуск бракованной продукции.

Контроль качества готовой продукции включает в себя проверку ЛС по отбору проб и проведению органолептических, химических, гигиенических, микробиологических и других методов контроля качества готовой продукции.

Главной целью контроля качества готовой продукции является формирование соответствия качества ЛС нормативной документации и обеспечение получения потребителем продукции без брака. Готовую продукцию можно реализовать только, когда уполномоченное лицо по качеству подтвердит, что ЛС произведено в соответствии с требованиями регистрационного досье.

Для выполнения данной цели существуют определенные задачи системы контроля качества ЛС такие как выявление этапов, на которых могут возникнуть проблемы, и подобным образом оптимизировать работу сотрудника, который обеспечивает контроль качества ЛС, т.е. обратить внимание туда, где это необходимо, и выполнять только ту работу, которая требуется.

В результате анализа системы контроля качества ЛС выявлено, что в компании ОАО «Фармстандарт-УфаВИТА» качество выпускаемой продукции является одним из важнейших показателей её деятельности. На предприятии функционирует система управления качеством ЛС, но применяется не весь спектр существующих инструментов контроля качества готовой продукции. А их полноценное использование позволит повысить качество ЛС, быть конкурентоспособными и, соответственно, не терять свои позиции на международном рынке.

Список литературы:

1. Морозова Т. Е., Хосева Е. Н. Актуальные вопросы контроля качества, эффективности и безопасности лекарственных средств отечественного производства // клиническая фармакология и терапия. — 2012. — №2. — с. 54 – 58.

2. Пятигорская Н. В., Самылина И. А. и др. Правила организации производства и контроля качества лекарственных средств из растительного сырья. СПб.: СпецЛит, 2013. 367 с.

3. Официальный сайт предприятий компании «Фармстандарт» [Электронный ресурс]. URL: https://pharmstd.ru (дата обращения 27.01.2020)

Проблемы построения дивизионной структуры авиационных предприятий

Тахаева Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.
МАИ, Москва
darya.takhaeva.96@mail.ru

На многих авиационных заводах Российского авиапрома, после проведения мероприятий по объединению и переформатированию системы дивизионного развития возникает множество проблем с управлением широкомасштабными проектами по разработке, процессу производства, ремонту, модернизации и различным видам регламентных работ в связи с проведением работ по одному изделию на различных площадках, находящихся в различных городах. Данная система организации производства, приводит к большому количеству несоответствий, дефектов. При создании проектов по управлению данными программами возникает сопряжение большого количества служб, управлений, структурных подразделений. Существующие методы по управлению в целом отвечают современным требованиям к качеству и решают поставленные задачи, но для эффективного управления необходимо переходить на разработку и внедрение методов управления с гибкими инструментами отслеживания.

Первое, что позволит проводить работы в более штатном порядке это унифицирование нормативной документации. Это очень кропотливая и сложная работа, результатом которой будет прозрачность системы проведения работ и контроля управления за их выполнением на различных площадках.

В процессе проведения работ по унификации нормативной документации, должна проходить работа по определению возможности различных площадок по выполнению требований, описанных в создаваемой нормативной документации (НД). При создании НД может возникнуть проблема с не дооснащением оборудованием, отсутствием квалифицированного персонала и другие проблемы.

Следующим шагом необходимо приводить систему контроля качества к единому образцу, для введения единых параметров и методов определения качества выпускаемой продукции.

По итогам проведения выше указанных изменений в структуре предприятий возможны изменения, при постройке новых штатных структур и программ по управлению проектами необходимо учитывать следующее:

• С целью совершенствования производственной системы, снижения различных видов потерь, повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции – необходимо создание производственной системы;

• С целью разработки новых критериев производственных рисков и эффективного управления уже существующими — необходима разработка интеллектуальной системы анализа промышленных рисков;

• С целью развития коммерческой привлекательности и эффективного управления послепродажным обслуживанием техники необходимо усилить или внедрить, если этого не было сделано ранее, различные методики, собранные в наборе отраслевых стандартов по направлениям.

Таким образом, авиационная промышленность на данный момент находится на пути преобразований и модификаций и для успешного внедрения всех планируемых новшеств, необходимо четкое видение будущих перспектив с детальной проработкой плана по внедрению в различных предприятиях общих систем работы, позволяющих производить разработки техники на различных предприятиях нашей страны.

Индекс потребительской лояльности как универсальный инструмент для повышения конкурентоспособности предприятия (на примере предприятия Renault)

Трифонова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.
МАИ, Москва
privetetonastya@mail.ru

В современном мире компания, которая стремится развиваться и расширять свой бизнес предпринимает значительные действия для повышения своей конкурентоспособности. Многие пытаются воздействовать эмоционально с помощью рекламы, кто-то решает нужным улучшать качество продукции, чтобы потребитель на своем опыте принял решение, покупать или нет в дальнейшем продукцию данной компании.

Компаниям важно не только увеличение клиентской базы и удовлетворение новых клиентов, но также, они стремятся к тому, чтобы удерживать и постоянных потребителей. Для того, чтобы производителям понимать, каким образом они могут помочь потребителям, существует эффективный способ определения степени удовлетворенности клиентов – это индекс NPS. Индекс NPS (индекс потребительской лояльности) показал себя во многих компаниях как эффективный способ для удержания клиентов.

Многие компании в России уверены, что стандартных опросов будет достаточно для принятия решений, но зарубежные компании из года в год показывают, как рост NPS влияет на место на рынке. Например, в компании Amazon NPS составляет примерно 69%, а в российских компаниях самый высокий показатель лояльности прослеживается у Сбербанка – 59%. Рассмотрев крупнейшие российские компании, мы пришли к выводу, что только у 5 прослеживается положительный NPS («Лента», «Окей», Сбербанк, Теле2, «Мегафон»). У остальных крупных компаний на российском рынке индекс потребительской лояльности является отрицательным, это показывает, насколько потребитель не привязан к компании и готов в любой момент отказаться от их услуг.

Чтобы определить показатель NPS потребителю предлагается ответить на определенные вопросы, данные вопросы отличаются от обычного опроса следующими признаками:

- Простота для понимания любого потребителя
- Простота вопроса и ответа
- Обратная связь с потребителем
- Доступность для потребителя и клиента

Данный опрос позволяет потребителю отвечать на конкретные вопросы простым ответом, это увеличивает скорость прохождения и быструю обратную связь с потребителем.

Компания Renault за последнее время довольно выросла в количестве продаж автомобилей, за 2019 год у нее один из самых высоких показателей прироста продаж в Европе — +4,4%, и +3,6% по всему миру. В 2018 году у компании прирост был отрицательным — -3,0%. И именно в начале 2018 года появился новый департамент, который посвящен оценке удовлетворенности клиентов. И, несмотря на кризис на мировом рынке, количество потребителей не уменьшается, а наоборот растет, что позволяет компании попадать в топ-10 самых продаваемых марок автомобилей 2019 года.

Управление процессом производства теплообменного оборудования для химической промышленности

Трофимова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Одиноков С.А.
МАИ, Москва
anna.trofimova.24.01.99@mail.ru

Для того чтобы управлять процессом производства требуется разобраться, что собой представляет теплообменное оборудование и какие существуют разновидности. Для этого мной был рассмотрен завод, который на протяжении многих лет занимается производством данного вида аппаратов. В ходе изучения были получены следующие данные:

1. Теплообменное оборудование используется для нагрева, охлаждения, конденсации испарения газа, пара, жидкостей и их смесей.
2. Внутренний диаметра такого аппарата достигает 5000 мм при этом общий вес оборудования составляет 130 тонн.
3. Такие теплообменники работают под давлением до 21 Мпа.
4. Готовую продукцию (в собранном виде) принято разделять на следующие виды:

• Теплообменное оборудование с неподвижными трубными решетками;
• С температурным компенсатором на кожухе;
• С плавающей головкой;
• С U-образными трубами;
• Труба в трубе.

Теплообменники в химической промышленности являются основным оборудованием, наравне с реакторами и ректификационными колоннами. Их классификацию проводят в зависимости от форм поверхностей, вида теплоносителей и способа передачи тепла. В основном используют последний индикатор. В соответствии с ним теплообменное оборудование подразделяют на:

1. Поверхностные. В таких аппаратах теплоносители разделяются стенкой, сквозь которую за счет теплопроводности материала передается тепло.
2. Смесительные (контактные). Здесь теплообмен происходит при соприкосновении теплоносителей.
3. Регенеративные. Процесс переноса тепла от горячего к холодному разделен на два периода. В первый насадка аппарата аккумулирует тепло при прохождении через нее горячего теплоносителя, а во второй отдает тепло холодному теплоносителю.

В ходе изучения процессов производства оборудования всех типов стало понятно, что у каждого есть свои достоинства и недостатки. Поэтому было принято решение проанализировать с помощью инструментов контроля таких как причинно-следственная диаграмма и метод расслоения данных (стратификация) «критические» точки каждого из них. В результате было получено, что в зависимости от вида теплообменного оборудования сложности в процессе производства возникают на разных этапах жизненного цикла, например, в кожухотрубчатых теплообменниках важным и наиболее проблематичным этапом является размещение и способ крепления труб в трубных решетках при проектировании аппарата. С одной стороны, должна обеспечиваться максимальная компактность, а с другой приемлемое обтекание труб потоком учитывая турбулизацию потока, повышающую коэффициент теплоотдачи, и гидравлическое сопротивление.

Приведу основные недостатки, встречающиеся при производстве других видов теплообменного оборудования:

1. Трудности при осмотре, чистке и ремонте.
2. Трудности изготовления из материала, не допускающего развальцовки и сварки.
3. Большой расход материала на изготовление.
4. Неравномерная смачивание труб.
5. Недоступность внутренней поверхности змеевика для чистки.

Учитывая сложность оборудования и полученные в ходе анализа данные, для улучшения качества производства теплообменных аппаратов следует непрерывно заниматься усовершенствованием технологий, оптимизировать свои ресурсы, следить за развитием химической промышленности и своевременно актуализировать свою продукцию под нужды потребителей.

Проблема оценки профессиональных компетенций в онлайн обучении

Фахретдинова Г.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа
gulnazik-98@yandex.ru

Одной из главных тенденций, направленных на поиск противоречий традиционного образования и перехода к открытому, непрерывному образованию, является использование информационно-коммуникационных технологий, которые формируют основу современного информационного общества. Главным помощником в этом становится онлайн обучение, которое позволяет высшим учебным заведениям обеспечить растущий глобальный спрос на образовательные услуги.

Онлайн-обучение – это способ организации учебного процесса, который предполагает самостоятельное изучение учебных материалов с использованием образовательной среды, основанной на интернет-технологиях, обучении с помощью сети Интернет и мультимедиа [2].

Одним из видов онлайн-образования являются онлайн-курсы. Любой онлайн-курс имеет свою программу и учебно-методические комплексы для их реализации. Эти комплексы отражают основные цели обучения, описывают полный комплект учебных материалов, характеризующих теоретическое содержание курса, и позволяют сформировать у обучающихся предусмотренные умения и навыки, а также полный фонд средств оценки и контрольно-измерительных материалов.

Как известно, важным элементом учебного процесса является контроль уровня компетенций, сформированных у учащихся, которые предусмотрены образовательной программой. Любая профессиональная компетенция основывается на знаниях, умениях, навыках, способностях, которые показывают чему научился обучающийся в ходе прохождения того или иного онлайн-курса [1].

Одними из главных целей преподавателя является диагностика и корректировка знаний и способностей студентов, оценка результативности обучающегося на каждом этапе обучения и, конечно же, определение итоговых результатов за весь период обучения. Для этого необходимо проводить различные виды мероприятий, таких как проведение онлайн-вебинаров, тестирований (предварительного, текущего, промежуточного, итогового), выполнение заданий (рефераты, эссе, курсовые работы, КСР). На основе положительных результатов выполненных работ можно будет убедиться в усвоении заданной компетенции студентом.

Стоит так же отметить опасения преподавателей, которые связаны:

• С отсутствием очного взаимодействия в ходе обучения, которое может привести к снижению мотивации обучающихся;

• С возможностью возникновения трудностей неоднородной студенческой аудитории, в которой обучающиеся будут различаться уровнем образования, а также культурными и национальными характеристиками;

• С отсутствием уверенности в том, что задания были выполнены студентом самостоятельно.

Одним из способов устранения данных опасений является использование системы онлайн-прокторинга, которая позволяет определить личность сдающего и быть уверенным, что экзамен написан самостоятельно, без использования посторонней помощи. Преподаватель может отслеживать экзамен с помощью доступа к веб-камере и микрофону и подтверждать

соблюдение регламента экзамена, как делал бы это реальный проктор при физическом присутствии сдающего на экзамене.

Таким образом, система оценки профессиональных компетенций позволит не только корректно оценивать результаты образовательного процесса, но и осуществлять постоянный мониторинг освоения профессиональных компетенций, что позволяет отредактировать и подстроить процесс обучения обучающегося. Так же существует возможность устранить пробелы в знаниях, умениях, способностях и улучшить качество предоставляемых образовательных услуг.

Список литературы:

1. Елтунова И.Б. Модель системы формирования и оценки профессиональных компетенций // Современные проблемы науки и образования. 2015 №1-1. С. 124-131. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=17261 (дата обращения: 19.01.2020).

2. Лученецкая-Бурдина И.Ю., Федотова А. А. «Контроль знаний студентов в системе электронного обучения» / Ярославский педагогический вестник, 2017 г.-№3 с.131-135.

Анализ затрат на качество в современных системах менеджмента

Фаюстов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Одиноков С.А.
МАИ, Москва
fayustov582158@mail.ru

В современных условиях действующие стандарты в области разработки и внедрения систем менеджмента оказывают серьезное влияние на общую деятельность организаций, вне зависимости от их области применения. Качество, экология, охрана труда, – это только ряд направлений, по которым возможен и необходим системный подход. Разработаны соответствующие стандарты, которые определяют требования и позволяют проводить дальнейшую сертификацию. В первую очередь можно назвать ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования», ГОСТ Р ИСО 22000-2007 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции», ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» и т.д.

Применение данных нормативных документов позволяют оптимизировать производственные процессы, планировать и организовать деятельность, обеспечивать взаимодействие между разными отделениями подразделениями, устанавливать и решать общие задачи. Однако, их главной целью является результативность – степень достижения запланированных результатов. Эффективность системы часто уходит на второй план, и при этом теряется смысл управления. Например, система менеджмента качества отвечает за стабильный выпуск продукции или услуг соответствующего качества. И для отдела качества первоочередной задачей является поддержка стабильного уровня качества и удовлетворение потребностей потребителей. А не снижение издержек, затрат, себестоимости является более второстепенной задачей. Вторая проблема — то, что эффективностью, затратами занимается персонал слабо охваченный системой менеджмента— финансовый отдел, бухгалтерия и т.д. Для них значительно важнее снизить себестоимость, максимизировать прибыль. Для менеджмента качества существуют свои стандарты, свои же сертификационные и аудиторские органы. Для финансовых и бухгалтерских – существуют в свою очередь, свои стандарты (МСФО / РСБУ) и проверяющие органы в лице налоговых и аудиторских организаций. Часто происходят ситуации, в которых цели разных направлений начинают противоречить друг другу. Например, коррекцией или корректирующим действием может являться необходимость изменить конфигурацию детали или проводить дополнительные услуги, но с экономической точки зрения это абсолютно нецелесообразно. Это не принесёт выгоды из чистой приведённой стоимости. Поэтому очень важно найти ту «золотую середину», которая даст возможность получить оптимальный результат.

Проанализировав стандарт ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования», можно прийти к выводу, что в данном документе отсутствуют чёткие цели и

требования по измерению затрат на качество. К сожалению, данные требования не содержат конкретного запроса на оценку затрат и эффективности. Можно отметить стандарт ГОСТ Р ИСО 10014-2008 «Менеджмент организации. Руководящие указания по достижению экономического эффекта в системе менеджмента качества», который содержит в себе контроль затрат на качество и их предупреждение, но он имеет слишком общий характер и не является обязательным.

Однако появились стандарты, которые уделяют достаточно пристальное внимание на затраты качества. Это отраслевые стандарты, такие как ОСТ 134-1028-2012 «Ракетно-космическая техника. Требования к системам менеджмента качества предприятий, участвующих в создании, производстве и эксплуатации изделий». Они более конкретны и определяют хотя бы перечень затрат, необходимых для полноценного управления. Данные затраты определены в подпункте 9.1.3.16 — они составляют смету затрат на качество. Затраты на качество классифицируются на производственные и непроизводственные затраты.

Также следует учитывать и другие подходы к классификации затрат на качество, которые могут меняться в зависимости от масштаба предприятия и его деятельности.

Согласно стандарту «ГОСТ Р ИСО 10014-2008» затраты подразделяются на предупреждение, оценку и отказы. Стандарт ГОСТ Р ИСО 52380.1-2005 «Руководство по экономике качества» определяет затраты на обеспечение и гарантию качества, а также на потери, которые понесла организация из-за несоответствия качества.

Кроме этого, существует следующая классификация затрат:

•превентивные затраты (на административное управление качеством);

•затраты внутренний брак (ремонт, переделка);

•затраты внешний брак (отказы, выплаты по гарантии).

Классификаций может быть много, главное – уметь рассчитать данные затраты. Даже относительно несложная операция входного контроля включает в себя затраты на зарплату работника, амортизационные отчисления контрольно-измерительного оборудования и многое другое. Однако сегодня вопросы эффективности системы менеджмента качества также актуальны, как и достижение результативности.

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования / М.: Стандартинформ, 2015.

2. М.С. Кузьмина, Б.Ж. Акимова Управление затратами предприятия/ КНОРУС, 2015. — 320 с.

3. С.В. Пономарев, А.В. Трофимов Управление качеством продукции: учет затрат на качество/ Издательство ТГТУ, 2006.

Внедрение риск-менеджмента в систему управления качеством предприятия

Фомичёва А.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Барменков Е.Ю.

МАИ, Москва

anka.anf@yandex.ru

Большинство современных СМК-компаний функционирует в условиях высокой неопределенности. Источником возникновения неопределенности может быть как внешняя среда, так и сама компания. При этом неопределенность может порождать как положительные, так и отрицательные события, которые могут оказывать глубокий системный эффект на работу предприятия. Для работы с неопределенностями применятся риск-менеджмент, который выполняет следующие функции:

Поиск рисков в системе управление качеством, их анализ и идентификация, установление источников рисков.

Нейтрализация или минимизация влияния негативных рисков, использования позитивных рисков в интересах компании.

Интеграция рисков в процессы СМК, разработка стратегий управления рисками и их контроль.

Внедрение риск-ориентированное мышление является частью общей политики стандартизации производственных процессов. Особое значение подобное мышление играет для процессного подхода, где каждый процесс может быть сорван из-за неучтенных рисков, что может иметь долгосрочные последствия для работы предприятия. Управление рисками регулируется с помощью стандарта ИСО 9001-2015. Также ценную информацию можно почерпнуть и в некоторых других стандартах — ISO 31000-2009, PMI-стандарт управления рисками, OGC-стандарт и другие.

Этапы управления рисками

Управления рисками осуществляется в несколько этапов:

Определение контекста и идентификация риска. На данном этапе происходит установление факта наличия риска, а также выполняется поиск факторов, которые влияют на его возникновение. При идентификации изучается как внешняя среда, так и внутренние факторы работы компании.

Анализ и оценка. Для правильной оценки рекомендуется использовать диаграмму на основании двух параметров — вероятность возникновения риска и величина возможного эффекта. В соответствии с этими параметрами составляется матричная диаграмма, где риски сгруппированы в несколько категорий — маловероятные риски с глубокими последствиями, высоковероятные риски с незначительными последствиями и другие.

Воздействие на риск. После составления диаграммы необходимо определиться относительно политики работы с рисками. Стратегий может быть много — уклонение от угроз, снижение угрозы, распределение ответственности и другие. Обратите внимание, что в случае положительного риска политика реагирования может быть направлена на увеличение шанса наступления риск-ситуации.

Мониторинг, пересмотр, обмен информацией. Для уточнения модели риска необходимо постоянно проводить мониторинг поступающей информации. При обнаружении неучтенной информации в модель вносятся соответствующие изменения, а также выполняется пересмотр политики реагирования.

В заключение хочется добавить, что стандарты ИСО, PMI и OGC достаточно вольно трактуют основные понятия риск-ориентированного подхода. Также есть определенные разночтения относительно того, по какому алгоритму необходимо выполнять управление рисками (инструкция выше является лишь краткой "выжимкой" стандартов). Поэтому каждая компания должна сама научиться управлять своими рисками, а межгосударственные стандарты должны послужить основой эффективной стратегии риск-менеджмента.

Особенности подготовки организации к сертификационному аудиту при переходе на производство гражданской авиационной техники

Хайруллина Э.И.
Научный руководитель — профессор, Горбушина С.Н.
УГАТУ, Уфа
evirunchik8@yandex.ru

В соответствии с государственной программой РФ по развитию авиационной промышленности на 2013-2025 гг. перед предприятиями авиационной промышленности ставится задача обеспечить конкурентоспособность производимой ими авиационной техники, в том числе – гражданского назначения. В связи с этим промышленные предприятия военно-оборонного комплекса активно включаются в процесс диверсификации производства, а значит – и к деятельности по подтверждению соответствия новой продукции требованиям соответствующей нормативно-правовой документации при проведении сертификации.

Обязательным документом при переходе организации на производство гражданской авиационной техники является свод Федеральных авиационных правил (от 8 декабря 2019 года), так как этот документ содержит подробное описание и порядок проведения сертификации воздушных судов гражданского назначения и их компонентов со стороны Федерального агентства воздушного транспорта (РОСАВИАЦИЕЙ).

Объектом сертификационного аудита служат также контроль соответствия выпускаемой продукции требованиям охраны окружающей среды и лётной готовности. В том случае, если сертификация авиационной техники не попадает под эти требования, применяются специальные технические условия, разрабатываемые предприятиями, претендующими на получение сертификата соответствия.

Нововведения в нормативно-правовом обеспечении производства авиационной техники гражданского назначения для предприятий ВОК и подготовка к выпуску новой продукции предусматривают актуализацию документов внутреннего применения (например, СТО) согласно требованиям ФАП-21. Эта работа осуществляется специалистами по качеству в соответствии с приказом по объединению. После внесения изменений во внутреннюю документацию сотрудники предприятия, непосредственно участвующие в производстве новой техники, изучают актуализированные документы и получают необходимые разъяснения относительно вводимых требований на совещаниях по качеству. При необходимости организуется обучение на специальных курсах с привлечением разработчиков стандарта. Вносимые изменения учитываются сотрудниками отдела качества в процессе проведения внутреннего аудита подразделений организации, а также при подготовке к сертификации (ресертификации) в целом.

Таким образом, переход предприятия на производство гражданской авиационной техники включает пересмотр внутренней документации с учетом требований ФАП-21 и обеспечение осведомленности сотрудников предприятия о вводимых изменениях.

Применение Службы быстрого реагирования для минимизации брака

Холкин И.Г., Размыслов И.Ю.
Научный руководитель — Борисова Е.В.
МАИ, Москва
kholkin123@yandex.ru

В настоящее время нет ни одной компании, которая бы могла производить продукцию совсем без дефектов, в связи с этим им приходится работать над их устранением. Для того, чтобы визуализировать дефекты для всех сотрудников можно использовать Службу быстрого реагирования (СБР).

Цель СБР – визуализация дефектов для всех сотрудников цеха, и визуализация мероприятий, которые предпринимаются для компенсации этих отказов. Это дает понимание людям на всех этапах, и контроль результатов внедрения.

Главным действующим лицом в СБР является координатор. Он организует сбор оперативной информации. Оперативная информация собирается с точек контроля в цехе, то есть точки где ведется контроль отделом технического контроля (ОТК), также с точек контроля заказчика, где ведется приемка военным представителем (ВП), и налаживание сбора информации с точек регулировки, которая относится к производству. Это исходная точка потока информации о несоответствии в производственном цикле.

Входящая информация для координатора СБР:

• Координатор СБР выполняет первичную функцию анализа собранной информации с точек контроля и с точек регулировки. Он анализирует информацию на предмет повторяемости внутри процесса.

• Координатор анализирует повторяемость и формирует кросс-функциональную команду в рамках цеха по рассмотрению этой проблемы, описанию её, созданию сдерживающих и корректирующих мероприятий.

Порядок подготовки и работы СБР:

• Инженер по качеству, назначенный по цеху в течении недели между совещаниями СБР собирает всю информацию по полученным рекламационным уведомлениям

На совещании по СБР рассматриваются следующие вопросы:

• Рекламационные уведомления, полученные от потребителя продукции;

• Отказы, произошедшие в процессе приёмки продукции ВП;

• Отказы, произошедшие в процессе приёмки продукции ОТК;

• Выявленные случаи массового брака в производстве;

Периодичность проведения заседаний СБР — один раз в неделю.

• Порядок подготовки и работы СБР:

• Инженер по качеству разрабатывает повестку, готовит необходимые материалы и оформляет «Доску СБР», на которой размещают информацию по случаям, вынесенным для рассмотрения на СБР, собирает информацию от работников, закрепленных ответственными за исполнение корректирующих и предупреждающих мероприятий, выработанных на предыдущих СБР. Инженер по качеству ставит в известность приглашенных на СБР работников и руководителей о необходимости проработки вопроса и выработке необходимого решения для внесения в корректирующие и предупреждающие мероприятия в процессе проведения СБР.

• Заместитель генерального директора по развитию системы качества за день до СБР определяет перечень работников причастных подразделений, необходимых для участия в СБР и по 1С приглашает их на совещание.

• Участие в совещании по быстрому реагированию обязательно для всех приглашенных вне зависимости от степени занятости.

• Предложения по решению вопросов качества готовят причастные службы и озвучивают их в процессе проведения СБР. Отсутствие предложений по решению поставленного вопроса недопустимо и приравнивается к неисполнению своих служебных обязанностей.

• Ответственность за полноту подготовки вопроса, рассматриваемого на СБР, несут лица, представляющие подразделения (участки) непосредственно причастные к возникновению проблемной ситуации.

• Сложные вопросы, по которым невозможно принять решение в процессе проведения СБР их председатели выносят на «День качества» предприятия.

• Все решения, принимаемые в процессе СБР заносятся на «Доску СБР» и переносятся по итогам в обновленную повестку.

• В течение одного дня после проведения СБР инженер по качеству посредством 1С направляет откорректированную повестку прошедшего совещания исполнителям и членам СБР и ставит его на контроль.

Хранение документации

• Повестка СБР и информация с «Досок СБР» хранятся в электронном виде по следующему порядку:

• Отработанный вопрос убирается из повестки путем сокрытия строки.

• Новые вопросы добавляются путем добавления строки в таблицу.

• Фото и другие материалы по вопросам хранятся в папках с датой проведения СБР. Внутри папки с датой проведения СБР материалы раскладываются по папкам с наименованием изделий и заводским номером (в случае наличия) по которым подготовлен вопрос.

На совещание по методике 8Д (А3) выносятся рассмотренные случаи, которые имели повторяемость. Для повестки совещания по СБР подходят случаи, в которых уже понятны сдерживания и идет процесс расследования или процесс расследования закончен и определены и сдерживающие и корректирующие мероприятия.

Отличие классической системы от СБР

Классическая система собирает акты только в печатной форме, как только акт составлен, в него записаны все мероприятия, он всеми согласован. Мероприятия частично ставятся на контроль определёнными службами, но сама система громоздкая и оторвана от цеха. Отсутствует встроенная в процесс продуктивная обратная связь.

СБР сразу дает обратную связь, что существенно сокращает время.

Совершенствование метрологического обеспечения измерений на предприятии аэрокосмической отрасли для улучшения качества продукции

Царёва Г.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сафин Э.В.
УГАТУ, Уфа
tsariova.gala@yandex.ru

Целью любого современного предприятия является обеспечение и поддержание высокого качества выпускаемых изделий, что является главным критерием его конкурентоспособности и устойчивого развития. Особенно это важно для предприятий аэрокосмической отрасли, так как авиационная техника предъявляет высокие требования к показателям качества и, в первую очередь, к характеристикам точности выпускаемых изделий. Именно по результатам измерений можно сделать первое объективное заключение о годности выпускаемой продукции.

В последнее время, в связи с введением в действие национальных стандартов ГОСТ Р 8.820-2013 и ГОСТ Р 8.892-2015 по метрологическому обеспечению измерений, стало уделяться большее внимание анализу состояния и проведению мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения на предприятиях аэрокосмической отрасли.

В данной работе предлагаются мероприятия по совершенствованию метрологического обеспечения в условиях предприятия аэрокосмической отрасли, сформулированные по результатам анализа состояния метрологического обеспечения измерений в производственном объединении, а также внешних аудитов.

В частности, анализируются важнейшие процедуры метрологического обеспечения – метрологической экспертизы и метрологического контроля технической документации с целью их четкого разграничения и сокращения затрат времени на их осуществление. Метрологическая экспертиза – это анализ и оценивание технических решений в части метрологического обеспечения (технических решений, касающихся измеряемых параметров, установления требований к точности измерений, выбора методов и средств измерений, их метрологического обслуживания). При метрологической экспертизе выявляют ошибочные или недостаточно обоснованные решения, вырабатывают рекомендации по конкретным вопросам метрологического обеспечения. Метрологический контроль является отдельной частью метрологической экспертизы и осуществляется путем проверки технической документации на соответствие конкретным метрологическим требованиям, установленным в стандартах и других нормативных документах. Следует отметить, что на сегодняшний день федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 N 102-ФЗ не включает в себя понятие метрологического контроля.

Возникает вопрос, кто и в каком порядке должен проводить процедуры метрологической экспертизы и метрологического контроля технической документации. По результатам проведенного анализа, было предложено в стандарте организации закрепить проведение метрологического контроля за специалистами, которые являются разработчиками документации, а именно конструкторами и технологами. Проводить метрологической контроль необходимо на стадии разработки технической документации, это значительно упростит дальнейшее проведение метрологической экспертизы, поскольку основные ошибки выявляются именно в обозначениях и в правильности выбора средств измерений. После проведения метрологического контроля специалисты отдела главного метролога уже могут заниматься анализом и оцениванием выбранных технических решений.

Алгоритмизация в автоматизации управления производственными ресурсами авиакомпании

Чулков И.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Барсова Т.Н.
МАИ, Москва
licey1557@yandex.ru

Помимо основных факторов, которые негативно сказываются на процессы управления в авиакомпании, существуют так же форс-мажорные ситуация, решение которых в кратчайшие сроки значительно влияет на стабильность бизнеса авиаперевозок.

В докладе я дам пояснения по необходимости грамотного составления алгоритмов при переходе на автономное решение тех или иных логистических операций и процессов.

В основе модернизации системы управления производственными ресурсами любой компании стоят не только принципы оптимизации управления, но также и автоматизации многих процессов. Важнейшим фактором при переходе к автоматизации любого процесса является грамотно сформированные алгоритмы, пошагово описывающие все действия участвующих объектов и субъектов процесса, а также полученный результат на каждом этапе. В случае, когда на каждом этапе получен результат, который полностью удовлетворяет поставленной задаче, в совокупности это позволит создать алгоритм, включающий все факторы, которые могут повлиять на каждый из процессов. Данный алгоритм позволяет значительно сэкономить человеческие ресурсы компании, при этом увеличив производственный потенциал. Что в свою очередь позволит компании укрепиться на выбранном сегменте рынка, увеличить капитал, а также сократить до возможного минимума время на решение форс-мажорных ситуаций.

Список литературы:

1. Осипова Г. И., Миронова Г. В. Экономика и организация производства. Учебное пособие. — М.: МГУП, 2018.

2. Черткова Е. А. Статистика. Автоматизация и обработка информации. — НИУ «ВШЭ», 2016.

3. Чепчуров М.С., Четвериков Б.С. Автоматизация производственных процессов. Учебное пособие. — БГТУ им. В.Г. Шухова, 2019.

Подходы к аудиту процесса проектирования и разработки авиационной техники

Швыдко А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Антипов Д.В.
Самарский университет, Самара
shvydko_anastasi@mail.ru

В настоящее время большое внимание оказывается соответствию продукции и услуг требованиям потребителя. Для их обеспечения на предприятиях различных отраслей и уровней внедряется система менеджмента качества (СМК), которая функционирует с целью обеспечения стабильного качества производимой продукции и оказываемых услуг. В основе СМК лежит международный стандарт ГОСТ Р ИСО 9001-2015, в котором пункт 9.2 «Внутренний аудит» говорит о том, что организация обязана проводить внутренние аудиты через запланированные интервалы времени. Данная процедура является очень важным инструментом системы менеджмента качества и используется для установки целей и поиска возможностей для улучшения, с применением наблюдений аудита и заключений по его результатам. Собранные сведения в ходе проверки приводят к инновациям, приближая СМК к более высокому уровню.

Основные преимущества, которые можно получить по результатам проведения процедуры, необходимо рассматривать с точки зрения её классификации. В менеджменте качества применяется три основных вида аудита, которые разделяются в зависимости от того,

в чьих интересах действуют аудиторы: аудит первой стороной, аудит второй стороной и аудит третьей стороной. На данном этапе необходимо уточнить, что в дальнейшем работа опирается на проведение процедуры внутреннего аудита (аудит первой стороной). Также аудит качества может иметь различную направленность. В зависимости от объекта проверки, он делится на следующие виды: аудит, ориентированный на процесс; аудит, ориентированный на продукт; аудит, ориентированный на систему.

С развитием авиационной отрасли необходимо уделить внимание проведению аудита процесса, в связи с тем, что именно он предупреждает появление дефектов в ходе работы.

Условно разделим аудит на аудит, ориентированный на элементы и требования и на аудит процессов. При проведении аудита процесса или системы по элементам проверяют их соответствие требованиям. Ценность такого подхода заключается в его прямой связи с требованиями лицензий, контрактов или нормативных документов. Такой тип аудита обеспечивает уверенность в том, что люди знают соответствующие требования, а организация их выполняет, что помогает подготовить работников к внешним проверкам. Аудит, основанный на процессе, направлен на установку соответствия последовательности шагов – от входа к выходу. Здесь при проведении процедуры, как правило, используют цикл PDCA. Аудит процесса, в первую очередь, представляет собой оценку последовательно осуществимых шагов и взаимосвязей с другими процессами в рамках системы.

Несоответствия, выявленные ходе проверки, позволяют сократить уровень брака и количество доработочных работ конечной продукции. Особую роль аудит процесса оказывает на этап проектирования авиационной техники. Процесс проектирования и разработки является одним из важных звеньев в цикле PDCA, а в стандарте ГОСТ Р ИСО 9001-2015 выделен пункт 8.3 который носит соответствующие название «Проектирование и разработка продукции и услуг».

Как отмечалось раннее, выявление несоответствий на этапе проектирования оказывает огромную роль на готовый продукт. Чем дольше ошибка не будет исправлена, тем больше будут относительные затраты на их исправление.

Аудит процесса проектирования призван решать следующие задачи: выявление функциональных проблем, узких мест процесса проектирования; анализ проектной, эксплуатационной и процессной документации на предмет актуальности, соответствия предъявляемым требованиям развития; анализ ресурсного обеспечения каждого из этапов проектирования, человеческих ресурсов и их компетенций; изучение соответствия заявленным требованиям характеристик объекта, используемых технологий, технических решений.

В соответствии с имеющейся классификации видов аудита, проведение проверки процесса проектирования позволит проследить протекание работ и позволит предотвратить ошибки, формирующиеся на этапе разработки.

При проведении поиска и анализа информации по заданной теме, можно сделать вывод, что данное направление работы не описано в полной мере, а информация, которая представлена в базе, не отражает конкретных методов проведения аудита процесса проектирования.

В связи с этим, возникает необходимость разработки универсального чек-листа, который в дальнейшем можно адаптировать к любому процессу. На его базе впоследствии формируется методика, которая поможет, как и аудитором в проведении процедуры, так и сотрудникам в осуществлении своей работы.

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь [Текст]. – Введ. 2015 – 11 – 01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 49 с.

2. Горбунов А.В. Аудит процессов или аудит подразделений? [Текст]/А.В. Горбунов // Методы менеджмента качества. — 2007. — №1.

3. Расселл Д.П. Аудит процессов и методы его проведения [Текст]/Д.П. Расселл// Методы менеджмента качества. — 2007. — №8.

Секция №9.4 Экономика инноваций и управление в промышленности

Бережливое производство как динамический инструментарий повышения эффективности операционных систем

Алдошкина Е.П., Алдошкина Е.П.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Захарова Л.Ф.
МАИ, Москва
aldoshkina.liza@yandex.ru

Современная экономика сталкивается с вызовами глобального характера, связанными с перепроизводством продукции старых технологических укладов, необходимостью использования новых научно-технических знаний и идей в области физики, химии, биологии для удовлетворения общественных потребностей на качественно новом уровне, для создания общественно полезной высокотехнологичной наукоёмкой продукции на базе IT технологий её производства и управления.

Автоматизированное производство имеет «встроенную» операционную эффективность, когда основную часть операций в такой человеко–машинной системе выполняет машина и задачей является мониторинг поведения человека-оператора для минимизации возможных информационных потерь в его работе. Такие производства требуют колоссальных финансовых и интеллектуальных вложений. Для обеспечения конкурентоспособности традиционных и относительно новых производств, связанных лишь с модификациями товаров, старых по замыслу, поддержания их рынков сбыта всеми мировыми производителями используется стратегия тотального снижения издержек по всей цепочке создания добавленной стоимости. Эту стратегию реализует т.н. система бережливого производства. В условиях глобального кризиса концепция бережливого производства получила всемирное распространение, в том числе, и в авиакосмической промышленности России, где её практическое воплощение под названием научной организации труда, производства и управления имеет глубокие корни, а родоначальником считается отечественный ученый А.К. Гастев — создатель «социальной инженерии». Бережливое отношение к использованию ресурсов свойственно любому собственнику, но в периоды спада деловой активности эта проблема становится особо актуальной, как, например, в годы великой депрессии, кризиса второй половины XX века, когда появился сам термин «бережливое производство». В настоящее время применяются качественно новые производственные ресурсы в качественно новых условиях. Методы их эффективного использования должны быть адекватны новым требованиям. Бережливое производство необходимо рассматривать как динамический инструментарий повышения эффективности производства, который должен постоянно обновляться, дополняться и адаптироваться под специфику условий их использования.

В работе анализируется опыт внедрения методов бережливого производства на отечественных, в том числе авиакосмических предприятиях промышленности, предлагаются меры по совершенствованию механизмов практической реализации концепции с учетом комплексного подхода к использованию методов бережливого производства и технологий Индустрии 4.0.

Список литературы:

1. 200 крупнейших компаний-экспортеров России по итогам 2015 года. Эксперт, 2016. http://expert.ru/ratings/200-krupnejshih-kompanij-eksporterov-rossii-po-itogam-2015-goda/

2. Гастев А.К. Как надо работать. Практическое введение в организацию труда. – М.: Либроком, 2011. – 480 с.

3. Индейкина, А.А. Российский опыт внедрения концепции «Бережливое производство» // Master’s journal. – 2015. – №1. – С. 337–341.

4. Мантуров Д. Метод бережливого производства. 23.03.2017. https://izvestia.ru/news/672620
5. Хомякова Е.В. Влияние внедрения системы бережливого производства на динамические способности промышленного предприятия // Менеджмент и бизнес-администрирование. — 2016. — № 1. — С. 140-151.
6. Щетинина И.В. Концепция бережливого производства как фактор повышения конкурентоспособности продукции // Организатор производства. – 2015. – № 3 (66). – С. 32-37.
7. Demeter K., Losonci D., Matyusz Z., Jenei I. The Impact of Lean Management on Business Level Performance and Competitiveness. Chapter 15 // Rapid Modelling for Increasing Competitiveness Tools and Mindset Springer-Verlag London Limited. — 2015. – 309 p.
8. Schwab K., Sala-i-Martín X. The Global Competitiveness Report 2016–2017. – World Economic Forum, 2017.
9. Lean Management Enterprise Compendium, 2014. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/leanmanagement.

Импортозамещение как эффективный механизм развития российской авиационной промышленности

Артющик В.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва
vika565@list.ru

Авиационная промышленность является одной из стратегических значимых отраслей при переходе экономики страны к инновационной модели развития. Введение санкций со стороны стран Запада и США стали для российской экономики как дополнительным вызовом, так и мощным стимулом к оперативной реализации утвержденной политики импортозамещения. Принятая Правительством РФ в 2014 году Госпрограмма №328 «Развитие промышленности и повышении уровня её конкурентоспособности», содержала информацию о том, как необходимо распределять бюджетные средства для развития отечественной промышленности. Однако, в документе рассматривалась скорее правовая сторона вопроса импортозамещения в России, а конкретная информация по программе реализации отсутствовала. Вследствие отсутствия подробной программы действий, в течение 2017 года показатели импортозамещения в России находились только в пределах 30 %. Это означало, что все услуги и продукция российского производства вместе составляли приблизительно одну третью часть. Закупка всего остального товара происходила, как правило, за границей. В конце 2017 года показатель импорта стал ниже, но не благодаря увеличению выпуска отечественной продукции, а вследствие ограничения импорта, из-за чего в России и образовался некий дефицит многих необходимых товаров.

На данный момент времени, быстро отказаться от импорта было практически невозможно, ведь промышленность Российской Федерации не была способна производить достаточное количество высокотехнологичного и инновационного оборудования, необходимого для инновационного развития. Именно поэтому руководство нашей страны поставило новые стратегические задачи в области политики импортозамещения до 2025 года. Для ликвидации «технологического разрыва» и снабжения оборонно-промышленного комплекса страны современными составляющими авиационной техники, было необходимо начать эффективную стратегию развития ипортозамещения с понятной и структурированной программой действий. В выполненной работе представлен организационно-экономический анализ программы импортозамещения для отечественной авиационной промышленности с последовательными этапами реализации. Также проведена конкретизация понятия политики импортозамещения.

Основными принципами, заложенными в методы импортозамещения в авиационной промышленности, должны стать следующие: стратегический характер и ограниченность во времени. При этом основным мерилом успешности политики импортозамещения должна

выступить динамика конкурентоустойчивости российских предприятий и конкурентоспособности отечественной продукции. Всестороннее развитие программы импортозамещения должно стать одним из важных факторов, стабилизирующих социально-экономическое положение России в целом. В основу импортозамещения в авиационной промышленности должен быть положен тезис о том, что все замещаемые технологии и оборудование получают свое развитие на более высоком уровне развития науки и техники.

Список литературы:

1. Постановление Правительства РФ от 04 августа 2015 г. «О Правительственной комиссии по импортозамещению». Электронный ресурс. – [Режим доступа]: http://static.government.ru/media/files/gP7IKCc3BsBTtEQuYjUxArQ28Dr3oyA3.pdf

2. Артющик В.Д., Гусаков А.Г., Тихонов А.И. Развитие авиационной промышленности Российской Федерации в условиях импортозамещения // Московский экономический журнал. 2016. № 3. С. 46.

3. Тихонов А.И., Новиков С.В., Сазонов А.А. Импортозамещение в России, как системообразующий фактор развития авиационной промышленности // Двигатель. 2018. №3(117) – С. 6– 8.

4. Тихонов А.И., Сазонов А.А. Оценка перспектив развития импортозамещения в авиационной промышленности России // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2018. № 3 (34). С. 52-58.

Анализ стратегии по цифровизации группы компаний «Аэрофлот»

Барабанова Т.В.
Научный руководитель — Якушова Е.С.
Финансовый университет, Москва
tatyana-2449@mail.ru

По итогам 2018 года Группа компаний «Аэрофлот» смогла автоматизировать основные бизнес-процессы в компании. В августе 2019 года Аэрофлот стал членом ассоциации «Цифровой транспорт и логистика». В мировой транспортной отрасли «Аэрофлот» остается одним из самых узнаваемых брендов в авиа отрасли и сохраняет четвертое место в мире среди авиакомпаний по цифровизации в рейтинге консалтинговой компании Bain&Co. В 2009 году у «Аэрофлота» не было корпоративной почты, сегодня же они используют три базовые платформы: SAP ERP, AMOS и система Sabre.

На базе системы AMOS происходит поддержание летной годности, технического обслуживания и ремонт воздушных судов. По словам Савельева, генерального директора «Аэрофлот», воздушные суда способны находиться в воздухе не менее 12 часов. Благодаря такой системе, группа компаний входит в пятёрку мировых лидеров по пунктуальности.

В стратегии цифровизации также идет развитие производственных систем. Была введена цифровая оптимизация управления полётами. Она включает в себя документацию о пассажирах, загрузке и плане полёта автоматически загружаются в бортовой компьютер самолёта. С борта воздушного судна на протяжении всего полёта автоматически поступают сообщения с информацией о его местоположении в систему Sabre Flight Explorer. В дальнейшем происходит техническое обслуживание самолёта. Сообщение с информацией о техническом состоянии самолёта автоматически отсылаются с бортового компьютера для анализа и планирования технического обслуживания.

За несколько лет «Аэрофлот также преуспел» с использованием технологий Big Data. На 2020 год руководство компании запланировало использование технологий искусственного интеллекта и машинного обучения во всех ключевых процессах коммерческой деятельности

Экономические обоснования перспектив развития семейства ракета-носителя «Ангара»

Белоусов А.В., Киселева М.А., Киселева О.А.
МАИ, Москва
artemmich847@gmail.com

В статье «Исследование мировых пространств реактивными приборами» К.Э. Циолковский разработал концепцию жидкостного ракетного двигателя, определил скорость, необходимую для выхода аппарата в Солнечную систему, предложил варианты ракетного управления, систем охлаждения, конструкции сопла и системы подачи топлива, занимался практическими вопросами космоса, которые позднее сформировали основу для советского ракетостроения. Опираясь на работы К.Э. Циолковского были созданы первые ракеты.

Финансирование космической отрасли занимает один из крупнейших секторов экономики, бюджетных средств недостаточно для работы в полную силу научно-исследовательской и опытно конструкторской работы (НИОКР). Россия занимает 9 место по финансированию научно-исследовательских разработок. Сапрунов Г.С. к.т.н. ФГПУ ЦНИИмаш предложил снизить нагрузку на госбюджет с помощью привлечения в отрасль частного капитала, а также создать механизм привлекательности космической отрасли для частного капитала.

Возможно, что из-за недофинансирования РКП семейство ракет "Ангара" до сих пор не заменили ракета-носители (РН) "Протон", несмотря на ряд экономических преимуществ:

• Запуск с космодрома «Плесецк» принадлежащий Российской Федерации, за счет чего происходит экономия на аренде космодрома «Байконур» приблизительно 200 миллионов долларов в год, включая порядка 6 млн. рублей на поддержание и развитие космодрома;

• Использование во всех ступенях экологически чистого топлива способствует уменьшению объема загрязнения атмосферы земли и снижает налог, накладываемый за загрязнение окружающей среды экологическими партиями;

• Ракета-носитель создана на базе ракетных модулей, это позволило создать не одну ракету, а целое семейство, тем самым произошла экономия на НИОКР;

• Семейство включает в себя весь спектр ракет от легкого до тяжелого класса;

• Запуск любой ракеты из семейства производится с одного стартового стола, как следствие экономим бюджет страны на разработке стартовых столов для ракет легкого, среднего и тяжелого классов и на обслуживаемом, предстартовом оборудовании.

Перечисленные преимущества делают семейство ракета-носителей «Ангара» экономически перспективными и выгодными для экономики страны, однако по данным затрат на 2012 год бывший глава Федерального космического агентства Владимир Поповкин оценил произведённые затраты на разработку «Ангары» в 160 млрд р. Семейство «Ангара» не скоро оправдает расходы на её создание.

Эффективна ли космическая отрасль?

Основным принципом развития РКП является конкуренция не только внешняя, но и внутренняя, стимулирующая занимать лидирующие позиции не только на мировом рынке, но среди предприятий страны. Однако конкуренции на российском рынке РКП отсутствует. Финансирование сводится к обобщению предложений предприятий, теряя не только стимулирование развития предприятий, но и заказы. Именно эти факты существенно сказываются на экономике страны.

Влияние новых взглядов на развитие авиационной промышленности в России

Бокова И.А.
Научный руководитель — Старчикова И.Ю.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
vikidark@mail.ru

Особенностью современного мира является непрерывная конкуренция как между малыми предприятиями, так и в масштабах мировых сверхдержав. И каждое государство ищет возможности усилить свое влияние и занять лидирующую позицию на мировом рынке. Для России одной из таких возможностей является сокращение отставания нашей авиационной промышленности от зарубежных конкурентов. Приверженность Российских предприятий следовать инновационному пути развития посредством внедрения современных разработок и идей в производство, а также управление персоналом предприятия, придерживаясь современных концепций признания возрастающей значимости личности сотрудника, изучая его мотивацию, позволит предугадать и скорректировать стратегии, технологии и методы, необходимые для обоснованного введения в производство сегодня.

Развитие отрасли невозможно без пересмотра консервативных принципов управления, использования современных управленческих решений, новых взглядов на определение узких мест, влияющих на эффективность всей производственной системы предприятия и последующий реинжиниринг бизнес-процессов. Также необходимо преодоление скептицизма по отношению к новым принципам управления и смена стереотипного мышления коллектива. [2]

Примером успешного развития предприятия авиационной промышленности является Ступинское машиностроительное производственное предприятие (СМПП) под руководством Пальцева Д.Е. и его успешный опыт создания современной модели управления бизнесом, адаптированной к конкурентной рыночной среде и направленной на достижение стратегических целей и совершенствование основного и вспомогательных производств.

Итогом внедрений за 3 года стало создание адекватных условий организации труда, порядок на рабочем месте и устранение «узких» мест.

Список литературы:

1. Шакурова Е.С. Социологическое исследование влияния английского языка на развитие авиационной промышленности в аспекте проведения Международного авиационно-космического салона МАКСа / Е.С. Шакурова, Г.Б. Мощенок, И.Ю. Старчикова, И.С. Кононова // Перспективы науки и образования. – 2018. — № 2(32). – С. 200-205.

2. Александрова А.В. Реализация проектов технологического развития в вертолётостроении: стимулы и проблемы/ А.В. Александрова, Н.С. Новикова// Контроллинг. – 2016. – №62. – С. 72-79

Перспективы развития лоукостеров на российском рынке авиаперевозок

Ванжула А.В.
Научный руководитель — Буланцева Л.В.
МАИ, Москва
alina.vanzhula@gmail.com

Российский рынок авиаперевозок развивается высокими темпами. В 2018 г. авиакомпании РФ составили 2,7% от мирового пассажиропотока, а пассажирооборот авиакомпаний РФ вырос на 10,6%, что превышает среднемировой уровень и показатель в любом из регионов мира. [5] Российский внутренний рынок высококонкурентный, так как 80% маршрутов обслуживают 3 и более конкурирующих авиакомпании [3]. К лидерам отрасли авиаперевозок относятся: «Аэрофлот-Российские авиалинии», «Сибирь», «Россия», «Уральские авиалинии», в число которых входит единственная в России авиакомпания-лоукостер — «Победа».

Лоукостер- низкобюджетная авиакомпания, предлагающая наименьшее количество бесплатных услуг, снижая при этом цену билета до минимального уровня.

Существует три модели лоукостинга: ultra LCC или ULCC (ультра низкобюджетная), low fare carrier (перевозчик с низким тарифом), гибридная. [4]

В модели ULCC стандартизируются, унифицируются и упрощаются все процедуры, норма прибыли фиксирована, постоянно расширяется маршрутная сеть, авиаперевозчики отказываются от нерентабельных направлений. Таким образом, обеспечивается предельно низкий уровень операционных расходов, а, следовательно, и низкая себестоимость авиаперевозок.

В отличие от ULCC-модели Low Fare ориентирована на нишевые высококонкурентные рынки и предлагает более широкий выбор продуктов. Для данной модели характерны корпоративные договоры, услуги бизнес-класса, заранее забронированные места на борту и питание, разнообразные методы приобретения авиабилетов, программы лояльности. [4]

В РФ не однократно предпринимались попытки создания дискаунтеров («SkyExpress" - 2006 г., «Авианова» — 2009 г., «Добролёт» — 2013 г.), но сегодня из более чем 100 российских авиакомпаний только одна позиционируется на рынке авиаперевозок как лоукостер — ООО «Авиакомпания «Победа» (2014 г.).

Количество пассажиров, перевезённых авиакомпанией «Победа» за январь-сентябрь 2019 г., увеличилось на 2,5 млн. человек по сравнению с аналогичным периодом в 2018 г. и составило 7,6 млн. Это говорит о повышении спроса среди россиян на услуги лоукостеров и формировании устойчивой базы для развития низкобюджетных авиакомпаний на российском рынке.

Но при входе на рынок авиаперевозок как лоукостер российские авиакомпании сталкиваются со следующими трудностями:

• Обеспечение динамичного роста пассажиропотока и высокой заполняемость мест в самолётах;

• Потери авиакомпаний от возвратов билетов пассажирами;

• Отмена Федеральным законом от 29.09.2019 N 324-ФЗ «О внесении изменений в статью 24.2 части первой и часть вторую Налогового кодекса Российской Федерации» [1] пошлин и НДС на ввоз импортной авиационной техники, что может препятствовать реализации ряда отечественных проектов.

• Низкий уровень профессионализма российских пилотов, восполняемый за счёт заключения авиакомпаниями трудовых договоров с иностранными гражданами и принятия их на должность командиров самолётов (Федеральный закон от 20 апреля 2014 г. № 73-ФЗ). [2]

• Недостаточность аэропортовой инфраструктуры.

Таким образом, основные барьеры, возникающие перед лоукостерами, сокращают возможности для снижения низкобюджетными авиакомпаниями уровня издержек, а, следовательно, стоимости авиабилета.

Для развития в России рынка низкобюджетных авиаперевозок необходимо внести изменения как в экономическую, так в правовую сферу: сохранять пошлину на ввоз импортной авиатехники на минимальном уровне, позволяющем не только сокращать издержки лоукостерам, но и придерживаться государству политике протекционизма; повысить уровень профессиональной подготовки российских пилотов; увеличить количество международных вылетов из региональных аэропортов; расширить перечень платных услуг, прибыль от которых покроет убытки от возвратов билетов пассажирами.

На фоне растущего в настоящее время уровня мобильности россиян, данные изменения помогут сформировать благоприятные условия для развития рынка низкобюджетных авиаперевозок в России и повышению экономического благосостояния страны.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 29.09.2019 N 324-ФЗ «О внесении изменений в статью 24.2 части первой и часть вторую Налогового кодекса Российской Федерации»

2. Федеральный закон от 20.04.2014 г. № 73-ФЗ «О внесении изменений в статью 56 Воздушного кодекса Российской Федерации и статью 14 Федерального закона «О правовом положении иностранных граждан в Российской Федерации»
3. Скрылева Е.В. Развитие организационно-экономических механизмов повышения эффективности региональных авиаперевозок: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. М: Государственный университет управления, 2019, С. 15.
4. Разумнова Л.Л. Конкуренция на рынке авиаперевозок: позиции лоукостеров. Транспорт Российской Федерации, 2014- №6 (55)
5. Рынок авиаперевозок в Российской Федерации: 2018 год. [Интернет-ресурс] Режим доступа URL: http://platformaxxi.org/wp-content/uploads/2019/05/Aviation-Russian-Federation-2018.pdf

Повышение конкурентоспособности российской авиационной техники за счёт развития системы её сервисного обслуживания

Генералов А.В.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
andrey.generalov@list.ru

Одним из перспективных направлений деятельности предприятий авиационной промышленности является повышение качества, эффективности и результативности сервисного обслуживания авиационной техники (далее АТ), как гражданского, так и военного назначения.

Рассматривая зарубежный опыт сервисного обслуживания АТ в соответствии с [1] можно сделать вывод, что мировые производители АТ при формировании сервисной стратегии исходят из принципа клиентоориентированности. Для этого применяются интегрированная логистическая поддержка [2], частно-государственное партнерство, стратегии по разделению рисков [3], а также концепция Performance Based Logistics, ориентированная на требуемый заказчику результат [4].

В этой связи для повышения конкурентоспособности отечественной АТ на зарубежных рынках российским авиастроительным предприятиям необходимо предлагать партнерам различные сервис-ориентированные стратегии.

К примеру, в настоящее время 46 вертолётов типа Ка-52 эксплуатируются в ВВС Арабской республики Египет, являющейся единственным иностранным заказчиком данного типа продукции военного назначения. С целью повышения экспортного потенциала данного вертолёта на внешних мировых рынках вооружения, не являющихся традиционными для России, необходимо предлагать заказчикам вышеуказанные сервисные стратегии, в том числе совокупность их различных элементов, моделей и механизмов управления.

Ввиду вышеизложенного, заказчикам при поставках экспортной АТ военного назначения необходимо создавать совместные предприятия по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР), сопровождение эксплуатации с четким распределением сфер ответственности и компетенций между поставщиком и заказчиком, применение различных показателей результативности [5], а также внедрять интегрированную логистическую поддержку в соответствии с международными стандартами [2].

Вместе с тем, учитывая вхождение российских авиастроительных предприятий на различные сегменты мирового рынка авиационной продукции, одним из перспективных направлений является подготовка высококвалифицированных кадров в области жизненного цикла и сервисного обслуживания. По этой причине одним из путей решения данного вопроса может быть формирование на базе Московского авиационного института целевых групп для обучения по указанному направлению. Выпускники по данной специальности будут востребованы основными управляющими кампаниями интегрированных структур и предприятиями, входящими в их контур, а также авиакомпаниями и эксплуатирующими организациями. При этом понимается, что основными дисциплинами по подготовке данных

специалистов будут являться междисциплинарные предметы различных институтов МАИ с формированием соответствующей кафедры. Кроме того, в качестве научно-педагогического состава можно было бы привлекать действующих специалистов в данной и смежных отраслях для подготовки соответствующих кадров.

Учитывая изложенное, повышение уровня конкурентоспособности российской АТ за счет развития системы её сервисного обслуживания наряду с её высокими эксплуатационно-техническими характеристиками позволит увеличить её долю на мировых рынках.

Список литературы:

1. Ерёмин М.Ю. Сервисное обслуживание авиационной техники зарубежного производства на основе стратегии Performance Based Logistics. Ерёмин М.Ю., Москвичева Н.В., Мелик-Асланова Н.О. // Russian Engineering Research. — 2020. — Vol. 40, No. 2. — С. 146–148.

2. Судов Е. В. Технологии интегрированной логистической поддержки изделий машиностроения / А.И. Левин, А.В. Петров, Е.В. Чубарова – М.: ООО Издательский дом «Информбюро», 2006. — 232 с.

3. Paulo Figueiredo. Risk sharing partnerships with suppliers: the case of embraer. Paulo Figueiredo, Av. Luciano Gualberto. // Journal of technology management & innovation. 2008. — Vol.3. Issue 1. — Pp. 27-37.

4. Стрекоз В. Б. Контракты жизненного цикла ВВТ: запчасти или конечный результат? Стрекоз В. Б., Назаренко Ю.А. // Двигатель. — №3(87). — 2013. — С. 10-12.

5. Ерёмин М.Ю. Основные задачи и принципы сервисного обслуживания экспортной авиационной техники военного назначения на основе контрактов «о логистических результатах» // Материалы 17 Международной конференции «Авиация и космонавтика-2018» (г. Москва, 19-23 ноября 2018 г.). Москва: Люксор, 2018. С. 605-606.

Современное функционирование деятельности предприятий аэрокосмической отрасли

Горбунова Е.И.
БелГУ, Белгород
gorbunova_e@bsu.edu.ru

Современные экономические условия позволяют дать отрицательную оценку экономическому потенциалу страны в отношении добывающих отраслей. Для поддержания высоких темпов роста экономической составляющей страны путем увеличения объемов экспорта углеводородного сырья, необходимо проводить исследования, направленные на разработку ресурсосберегающих технологий. Учитывая все изменения, происходящие в различных отраслях российской экономики, многие из них также остаются носителями интеллектуального потенциала. К числу таких значимых отраслей в России можно отнести оборонно−промышленный и аэрокосмический комплекс.

На данный момент наибольший удельный вес аэрокосмического комплекса России занимает производство оборонно–промышленного комплекса, значение которого достигает 40 %.

Ведущим принципом деятельности предприятий аэрокосмического комплекса выступает эффективное удовлетворение потребностей общества. Определенная последовательность уровней взаимодействия составляющих предприятий аэрокосмического комплекса включает в себя элементы, начиная от персонала и заканчивая предприятиями аэрокосмического комплекса. Промежуточными звеньями в этой цепочке выступают: инвесторы, акционеры, менеджмент, государство и само общество. Так, взаимное влияние представленных составляющих осуществляется через стоимость заемного капитала, рыночную стоимость предприятия, пакета бонусов, налоговой нагрузки на предприятие, социальные эффекты.

Содержание процесса менеджмента предприятий аэрокосмической отрасли основано на комплексном взаимодействии всех включающих элементов: проектирование, организация, экономика, управление, эффективность, устойчивость.

Как организационные, так и экономические проблемы аэрокосмической отрасли напрямую оказывают влияние на экономическое состояние страны. То есть организационно–

экономическое обеспечение содержит ряд компонентов, основными, из которых выступают: неиспользованные способы экспертных оценок, оценка действенности организационных решений, анализ финансовых рисков и предвидение возможных отклонений.

Предприятия аэрокосмического комплекса в процессе функционирования опираются на базовую концепцию, которая характеризует следующие управленческие моменты:

1. Государственное регулирование предприятий аэрокосмической отрасли.
2. Проектирование и последующее внедрение штаба управления.

Достижение необходимого экономического уровня аэрокосмической отрасли может быть достигнуто при эффективном менеджменте данной отрасли, что способствует решению ряда перспективных задач:

1. Удовлетворение потребностей государственных заказчиков.
2. Поддержание равных позиций с основными поставщиками на рынках.
3. Действенный рост продаж гражданских воздушных судов, выпускаемых комплексами представленных предприятий на рынке внутреннего потребителя помощью реализации продукции.
4. Достижение в среднесрочной перспективе стабильных позиций относительно ведущих зарубежных производителей на открытых рынках.

Возможность оценить дальнейшие способности предприятий аэрокосмического комплекса осуществить переход к высокотехнологичному производству, определяется наличием периодической диагностики. Исходные данные в результате диагностики являются началом для сведения анализа уровня подготовленности предприятия аэрокосмического комплекса к внедрению новых видов инноваций.

Предприятия аэрокосмического комплекса характеризуются как высокотехнологичная отрасль, которая имеет определенную специфичность.

На основе этого, аэрокосмическая отрасль, выступает в качестве перспективной отрасли в будущем, поскольку предполагает достижение значительных результатов, воплощение которых находится в зависимости от детально точно скоординированной системы организации и научно–технической подготовки кадров.

Список литературы:

1. Багриновский К.А., Бендиков М.А., Хрусталев Е.Ю. Современные методы управления технологическим развитием. М.: Российская политическая энциклопедия, 2018. 272 с.

2. Бодрунов С.Д., Дмитриев О.Н., Ковальков Ю.А. Авиационно-промышленный комплекс России на рубеже XXI века: проблемы эффективного управления (в двух частях). СПб.: Корпорация аэрокосмическое оборудование, 2015. 475 с.

3. Грачева М.В. Анализ инвестиционных рисков при инновационном проектировании // В кн.: Инвестирование в инновационный бизнес: мировая практика — венчурный капитал. М.: ЗелО, 2017. С. 158 –167.

4. Митюшина И.Л. Этапы развития цифровой экономики в России и в мире. Экономико-управленческий конгресс // Сборник статей по материалам Российского научно-практического мероприятия с международным участием НИУ «БелГУ. Белгород, 2019. – 380 с.

Перспективы развития предприятия авиационной отрасли

Графуткина А.А.
Научный руководитель — Ласточкина В.В.
МАИ, Москва
grafar98@gmail.com

Одной из самой высоко технологичной и системообразующей является авиационная промышленность, в нее входит самолётостроение, вертолётостроение и двигателестроение.

Авиационная отрасль обладает особенностями, которые свойственно самой отрасли и её продукции.

1. Высокая капиталоёмкость.
2. Высокая наукоёмкость продукции.

3. Сложная структура отрасли.
4. Сложность продукции.
5. Высокая степень специализации отраслевых сегментов.
6. Продолжительный производственный цикл.

Рассмотрим проблемы, препятствующие развитию авиационной отрасли в Российской Федерации.

Выделяют несколько основных проблем:

• Трудоемкий процесс обновления парка;

• Тенденция к сокращению мелких авиационных компаний, то есть формирование олигополии;

• Плохое состояние взлётно-посадочных полос;

• Устаревшее оборудование и в том числе авиационного парка;

• Авиационный транспорт один из самых аварийных;

• Небольшой спрос на воздушные перевозки;

• Ограничение выхода на рынок мелких авиационных компаний.

Для преодоления выявленных проблем необходимо:

• Разработать принципиально новую для России систему государственного стимулирования приобретения авиатехники экспортерами;

• Стимулирование внутреннего спроса, и прежде всего спроса со стороны региональных авиакомпаний;

• Совершенствовать систему госгарантий;

• Развивать систему субсидирования процентных ставок на кредитование самолётов;

• Совершенствовать схемы оперативного лизинга.

Государственная власть и законодательная база имеет прямое воздействие на деятельность предприятий авиационной отрасли, выделяя бюджетное средства, налоговая и таможенная политика развития стратегий авиастроения.

Предприятия сотрудничают с большим числом поставщиков, закупки ресурсов представляют значительную долю расходов, а в связи с большой капиталоемкостью предприятий авиастроения возникает потребность в привлечении заемных средств из финансово-кредитных учреждений. Политика в области ценообразования зависит от конъектуры рынка и поведение конкурентов, в свою очередь, характеристики выпускаемой продукции обусловлены удовлетворение требований потребителей.

Высокая технологичность является особенным фактором в процессе перехода к инновационному стратегическому развитию предприятий авиастроения. Технологические новшества имеют влияние на продуктивность изготовления и реализации продукции, на её жизненный цикл и скорость спада.

В рамках концепции совершенствования управления предприятием авиастроения может быть создана система организационно-технических мероприятий для решения проблемы увеличения производственных возможностей и развития производства. Для высокоразвитых технологических отраслей важно, какое оказывает влияние организационная структура и стратегическое развитие предприятия на эффективность производственного процесса и инновационного развития.

Системой мер по управлению изменениями в организации, которые связанны с созданием новых продуктов, технологий и прочих нововведений называется инновационной стратегией развития комплекса предприятий авиастроения.

Инновационный процесс связан с постоянным и непрерывным изменением в различных направлениях деятельности.

Инновационный процесс включает в себя не только технический процесс, но и любые прогрессивные изменения. Это может быть совершенствование приемов управления, быстрое реагирование на изменения, происходящие во внешней среде, развитие новых и эффективных направлений деятельности. Мероприятие направленные на создание и внедрение новаций, формируют стратегию развития предприятия с учетом многообразия факторов, влияющих на управление нововведениями и постановку задач роста.

Для развития стратегии авиационной промышленности необходимо решать системы задач, являющимися предпосылками формирования инновационного развития комплекса. К одной из программ развития можно отнести объединение предприятий в корпорации, модернизацию производственного, конструкторского и научно-исследовательского звена.

Стратегическое развитие комплекса предприятий авиастроения должно иметь взаимосвязь с общей стратегией социально-экономического развития Российской Федерации. Стратегия развития авиационной промышленности неоднократно подвергается существенным изменениям. Изменения происходят как в отдельных позициях и номенклатуре продуктовой линейки, так и в её широту. При рассмотрении стратегии важно учитывать мировые рыночные тенденции и перспективы авиационной техники, для оценки её рисков и возможности корректировки плана развития.

Список литературы:

1 Зернова Е.П., Анализ направлений развития и модернизации авиационной отрасли России, 2016

2. Павлов П.В., Перспективы и стратегические направления развития авиационной отрасли России, 2010

3. Полицинская Е.В. Анализ и перспективы развития авиационной отрасли России,2014

4. Гафиатуллин В.А. Стратегическое развитие комплекса авиастроения,2016

5. Богданова М.В. Анализ состояния и развития авиационной промышленности Российской Федерации, 2017

Формирование инновационной компетенции специалистов авиационной промышленности

Джураева С.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кондрашева Н.Н.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
1665626seva@mail.ru

В настоящее время понятие «инновационная компетентность» специалиста, его наполненность, содержание и структура, не однозначно определяются учеными и специалистами. Кроме того, не разработаны критерии определения сформированности инновационной компетентности специалистов авиационной промышленности.

Для формирования инновационной компетенции необходимо развивать способность предсказывать рыночную продуктивность новых идей, понимать потребности рынка труда в авиационной промышленности, правильно оценивать, какие творческие идеи и замыслы буду иметь успех, воплощать в жизнь креативные идеи других людей, уметь направлять творческую работу в коллективе.

Объектом исследования являются высокотехнологичные предприятия авиационной промышленности. Предмет исследования – умение и навыки персонала предприятий профессионально работать в внешней среде.

Целью исследования является определение подходов к формированию устойчивых инновационных компетенций персонала наукоемкого производства.

Следует отметить, что формирование компетенций специалистов, работающих в авиационной промышленности, требует особых подходов и приемов. Инновационные компетенции включают знание основ инноватики, умение применять эти знания в рабочем процессе.

Предлагаемый набор компетенций, необходимых для формирования инновационного мышления в сфере авиационной промышленности позволяет понимать потребности рынка услуг в данной сфере, выбирать лучшую творческую идею среди представленных идей, предлагать новые идеи, принимать творческие предложения коллег, понимать процесс творчества и внедрения нового, экспериментировать, опираясь на профессиональные знания и опыт.

Новейшие технологии в развитии инфраструктуры Японии

Дорофеева Л.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва
dor-tiger@mail.ru

Япония на протяжении многих лет занимает лидирующие позиции по инновационной инфраструктуре (НИС) своей страны. Национальная инновационная система стабильно развивается и характеризуется своей самобытностью в решении многих вопросов. Самыми актуальными направлениями исследований являются:

• Утилизация радиоактивных отходов;

Одна группа научных исследователей открыла способ утилизации высокорадиоактивных отходов. Ученые извлекают из радиоактивных отходов редкие металлы, такие как палладий и родий, и применяют их в полупроводниковых электродах, а также в качестве легирующих добавок в сплавах.

• Производство пластмасс из природного газа;

Из-за высоких цен на нефть компания Mitsubishi Rayon собирается построить вдоль Мексиканского залива в США завод по производству пластмасс из газа.

• Технологии замораживания.

Ученый Норио Овада, основатель компании ABI, разработал инновационную технологию CAS-заморозки живых систем, что изменило физику замораживания. Они используют колебательное электрическое поле, которое заставляет молекулы воды вращаться вокруг собственной оси, что искусственно снижает температуру замерзания до –7°C. Когда продукт достигает данной температуры, электрическое поле отключают, что приводит к практически мгновенной заморозке. В результате клеточные стенки живых систем остаются не сломаны. Ещё одним преимуществом является, то что CAS использует на 30% меньше энергии, чем обычные морозильные камеры, и может заморозить продукты до пяти раз быстрее, в зависимости от продукта. Окисление снижается на 98%, так что продукты могут быть заморожены без потери вкуса.

Наиболее востребованными отраслями в Японии являются фармацевтика, электроника и автомобилестроение. Первое место занимает фармацевтика по доли расходов на НИОКР в объеме продаж, дальше следуют другие отрасли.

Также правительство страны приоритетным направлением считает экологические проблемы, так как это обеспечит конкурентоспособность компаниям. Они формируют экологическое сознание у граждан с самого раннего возраста, чтобы граждане были заинтересованы в охране окружающей среды.

Важное место занимают исследования и разработки в сфере альтернативной энергетики. На долю Японии приходится 40% патентов гибридных двигателей и электрических автомобилей в мире (2000-2008 гг.), 33% патентов в области энергоэффективности зданий и освещения, 10% патентов в сфере возобновляемых источников энергии.

В 2018 году в городе Цукуба был приведен в действие суперколлайдер SuperKEKB, а недавно группа токийских ученых создала тончайшие эластичные солнечные батареи, которые, возможно, позволят заряжать гаджет от собственной одежды.

После разрушительного землетрясения в 2011 году в городе Фукусима, правительство занимается модернизацией города, создав в нем центр возобновляемой энергетики. Данный проект добавит 11 солнечных станций, 10 ветряных электростанций. Ожидается, что эти изменения обеспечат 13-14% энергетического баланса к 2030 году.

Анализ современного состояния инновационного уровня Японии показывает, что страна стремиться оставаться в числе мировых лидеров в области технологий и ведущим научным центром, что обеспечит её экономическую стабильность в конкурентных условиях четвертой промышленной революции и надвигающуюся эпоху сингулярности.

Повышение эффективности с помощью методов и инструментов LEAN в холдинге АО «Вертолёты России»

Дрозд Т.П., Петрова А.Р.
МАИ, Москва
gyrel@mail.ru

Конкуренция в мире становиться все жестче и тем, кто хочет добиться успеха в столь агрессивной среде, необходимо правильно оптимизировать свое производство, чтобы выпускать конкурентоспособный продукт на рынок. Таким решением может стать LEAN. Lean production («Бережливое производство») – это философия, в основе которой лежит сокращение времени между получением заказа и его отгрузкой путем уменьшения потерь. «Бережливое производство» подразумевает под собой не просто краткосрочные меры по сокращению персонала, складских площадей и производственных потерь, а в первую очередь — оптимизацию бизнес-процессов с целью исключения избыточных функций и процедур, создающих дополнительную работу и, соответственно, издержки, но не создающих дополнительной стоимости. Множество производств несут огромные потери, считая это нормальным и не понимая, что производство можно оптимизировать лучше. К примеру, такие виды потерь как ожидание во время производства, перепроизводство (когда предприятие делает излишек продукции, который в итоге будет гнить или пылиться), чрезмерное количество движений (бесполезные движения ввиду неудобности расположения тех или иных инструментов, станков, помещений), чрезмерное хранение запасов (некоторые приходят в негодность ещё до конца их полного использования), транспортировка (бесполезное перемещение сырья и продукции). Также не используются опыт и навыки персонала, а ведь они являются лучшими мастера в той работе, которую они делают. Проблема ещё заключается в неправильном понимании всей концепции LEAN, которая не сводится просто к набору инструментов по сокращению затрат на производстве, а является глобальным подходом по управлению предприятием с целью снижения ненужных потерь и повышения качества. Все это производственные издержки, убытки, которые несет производитель.

В производстве также важно организовать поток единичных изделий, который позволит выпускать продукцию по времени такта, снизит время цикла на изготовление, сделает сборку наглядной, позволит освободить площади, улучшит коммуникации. Рациональная организация рабочего места по системе 5S позволит поддерживать организованность и высокую функциональность рабочего места, повысит эффективность работы и создаст базу для дальнейших улучшений. 5S – один из важнейших компонентов LEAN, который из-за кажущейся простоты не воспринимают всерьёз, что является большой ошибкой, ведь если вы хотите внедрить Lean на производстве, то начинать надо именно с 5S. Важно визуализировать информацию, так как 83 % информации воспринимается зрением.

Примером успешного внедрения LEAN является ПАО «Казанский вертолётный завод» (КВЗ). В 2010 году состоялась реализация пилотного проекта по внедрению принципов и инструментов бережливого производства. Пилотный проект затронул участок изготовления хвостовых отсеков для устранения «узких мест» и в ходе его успешной реализации перерос в крупномасштабный проект, охвативший все лопастное производство. Так как на тот момент Россия имела небольшой опыт внедрения LEAN на производство, то ПАО «КВЗ» столкнулся с некоторыми проблемы, для решения которых были разработаны концепции расчета экономических эффектов от внедрения и применения инструментов и принципов бережливого производства, системы оплаты труда, системы непрерывных улучшений. Основным инструментом, внедренным на завод, стал SCMo (автоматизированная система планирования и управления цепочками поставок).

Также в 2015 году АО «Вертолёты России» совместно с ПАО ААК "ПРОГРЕСС" запустили платформу KAIZEN. Платформа служит трансфером лучших рабочих практик. Сотрудники получают возможность внедрить личные практики в масштабе всего предприятия, а также получить финансовое вознаграждение за реализованные практики. А предприятие получает взамен свежие идеи для улучшения производительности труда. За два

года работы платформы было реализовано 467 проектов из 1429 предложенных. С 30 сентября 2019 года платформа стала доступна для всех предприятий, входящих в холдинг «Вертолёты России».

Можно сделать вывод о том, что холдинг «Вертолёты России» имеет положительный успех внедрения инструментов LEAN, но ещё есть над чем работать. LEAN на данный момент внедряется не комплексно, а отдельными инструментами, что не позволяет получить глобального положительного эффекта. В настоящее время нет ни одного предприятия, входящего в холдинг «Вертолёты России», где сотрудник имел бы полное представление о LEAN.

Список литературы:

1. Лайкер Д., Хосеус М. Корпоративная культура TOYOTA Уроки для других компаний. – М.: Изд-во ООО «Альпина», 2011, перевод ООО «Центр Оргпром», 2011. – 402 с.

Принятие управленческих решений в крупных международных авиастроительных проектах на примере выбора поставщиков в программе Sukhoi Superjet 100 и ШФДМС

Калиненко А.С.
Научный руководитель — к.э.н. Давыдов А.Д.
МАИ, Москва
kalinenko_0095@mail.ru

Принятие управленческих решений – это определяющее воздействие на любую экономическую систему: от малого бизнеса до экономики целой страны. Выбор поставщиков по многотысячному списку структурных частей летательного аппарата – задача, которую необходимо решать задолго до начала производства, на ранних этапах проектирования. Условия мировой экономики и политики ставят Россию в жёсткие рамки, бизнес-отношения проходят через призму политических мотивов и предвзятостей, ввиду чего сегодня, как никогда ранее, в современной России широко распространяются идеи самодостаточности, импортозамещения.

Опыт программы «Сухой Суперджет 100» показал: доля импортных деталей может достигать 40% и более. И хотя сам этот не делает самолёт менее конкурентоспособным на рынке, вопрос зависимости от ряда критических технологий и наличия производственных мощностей, особенно в условиях борьбы за качество и низкую стоимость, остаётся открытым.

Новый российско-китайский самолёт «ШФДМС» (здесь и далее – Широкофюзеляжный Дальнемагистральный Самолёт, он же CR929) должен проектироваться, а впоследствии строиться и эксплуатироваться с учётом полученного опыта, который подсказывает, что такие функции менеджмента, как контроль и планирование в условиях и масштабах отечественного авиастроения, которое фактически консолидировано в ОАК, принадлежащем РФ, категорически нельзя. Одновременно с этим нельзя и полностью изолироваться от внешнего мира – это подсказывает, например, опыт сотрудничества ОДК с французской SNECMA по производству двигателя SaM146.

В докладе будут показаны проблемы менеджмента в авиастроении – в области планирования и контроля, которые возникли в ходе программы «Сухой Суперджет 100», предложены меры по их избежанию в ходе грядущей программы ШФДМС, а также показана глубина интеграции и разделения труда в мировом авиастроении, и вместе с этим – необходимость участия в глобальных цепочках добавленной стоимости и партнёрстве с зарубежными компаниями.

Список литературы:

1. Хейфец Борис Аронович Импортозамещение и конкурентоспособность // РСМ. 2016. №2 (91). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/importozameschenie-i-konkurentosposobnost (дата обращения: 20.02.2020).

2. Кравченко Н.А. История импортозамещения // ЭКО. 2015. №9 (495). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-importozamescheniya (дата обращения: 20.02.2020).

3. Кузнецова Галина Владимировна, Цедилин Леонид Иванович Импортозамещение: предварительные результаты политики за пять лет // Российский внешнеэкономический вестник. 2019. №10. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/importozameschenie-predvaritelnye-rezultaty-politiki-za-pyat-let (дата обращения: 20.02.2020).

Перспективы развития особых экономических зон в Республике Татарстан

Китаева Е.В., Кирдяшова Е.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Серикова Н.В.
АФ КНИТУ-КАИ, Альметьевск
ekaterina.kitaeva.98@mail.ru

Республика Татарстан – прогрессивный субъект Российской Федерации, где укрепляются современные и передовые технологии в области нефтедобычи и нефтепереработки, нефтехимии, машиностроения, IT-сфере.

Главную роль в улучшение региона играет особая экономическая зона промышленно-производственного типа «Алабуга». ОЭЗ реализует проекты в кластерах экономики: в нефтехимическом комплексе, автомобилестроении и строительной индустрии.

ОЭЗ «Алабуга» — это успешно развивающая особая экономическая зона РФ. Сегодня здесь осуществляют свою деятельность 57 организаций, которые являются лидерами в своих отраслях. В их число входят компании Ford, Rockwool, Armstrong, 3M.

В 2019 году ввели новые подразделения: производство средств защиты растений — 4,3 млрд рублей инвестиций, производство однокомпонентных монтажных полиуретановых пен — 577 млн рублей инвестиций, завод по производству противотурбулентных присадок в объеме 3 тыс. тонн в год — 1,83 млрд рублей.

В 2017 году в городе Нижнекамск был создан индустриальный парк «Алабуга-2. Нефтехимия». Парк создан для развития Камского промышленного кластера Республики Татарстан, а также для совершенствования производств в сфере нефтехимии. Резидентами парка стали АО «ТАНЕКО», ООО «Нижнекамская ТЭЦ», ПАО «Нижнекамскшина». Параллельно с этим проектом в Менделеевском районе «Алабуга» выкупает 487 га земли. Участок прилегает к промышленной зоне завода минеральных удобрений «Аммоний». Новая площадка ОЭЗ «Алабуга» направлена на развитие переработки в химической промышленности Татарстана. На данный момент разрабатывается план развития новой площадки. После завершения этого этапа будет определен объем инвестиций.

Одной из направлений развития инновационной инфраструктуры Республики Татарстан является создание особой экономической зоны «АлмА». ОЭЗ включает в себя три муниципальных района Республики Татарстан: Альметьевский, Лениногорский и Нижнекамский. Общий объем инвестирования на создание инфраструктуры и новых промышленных производств составляет более 67 млрд. рублей.

Стратегия развития на 2019-2029 годы проектирует строительство объектов газонефтехимического комплекса, который предполагает переработку газового сырья. На территории ОЭЗ к 2022 году будут созданы объекты производств, в том числе по выпуску малеинового ангидрида, полипропилена, акрилонитрила и углепластиков. Малеиновый ангидрид – главный продукт для выпуска смол, которые объединяют карбоновые волокна в сверхпрочный карбон. Предполагается, что акрилонитрил и углеволокна будут применены в самолётостроении и судостроении.

Авиаконструкторы, которые работают в оборонной промышленности, оценили перспективы материалов на основе карбона, т.к. они начали вытеснять устоявшихся алюминий и титан. Например, в российских истребителях Су-47 и Т-50 используются углепластиковые компоненты крыла и фюзеляжа.

Также карбон применяется в пассажирских самолётах. Он снижает расходы топлива и повышает грузоподъемность. Например, в лайнере Boeing 787 Dreamliner не менее 50% элементов фюзеляжа изготовлены из композитных материалов на основе углерода, за счет чего расход топлива снижается на 20%.

В России малеиновый ангидрид не выпускается. Потребность на российском рынке составляет около 4,5 тыс. тонн продукции в год, сегодня он покрывается за счет импортных поставок из Китая, Кореи и Японии.

Строительство технологий по производству малеинового ангидрида в ОЭЗ Альметьевского района будет осуществляться на базе Миннибаевского газоперерабатывающего завода (МГПЗ). Запуск строительства объекта запланирован в конце программы модернизации МГПЗ – на 2023 год.

Производство малеинового ангидрида будет осуществляться по технологии итальянской компанией «Conser». Технологией данной компанией предусмотрена дополнительная очистка, и возврат в технологический цикл газо-продуктовой смеси в режиме рециркуляции, что позволяет сократить потребление сырьевого бутана. Замкнутый цикл оборотного водоснабжения, имеющий собственный узел очистки от примесей, не допускает попадание технической воды в окружающую среду.

Таким образом, производство малеинового ангидрида создаст благоприятные условия для предпринимателей малого и среднего бизнеса. Ожидаемые экономические показатели:

• Инвестиции (2019-2033 гг.) — 70,6 млрд. рублей;

• Чистый дисконтированный доход — 70,3 млрд. рублей;

• Внутренняя норма доходности – 21,5%

Чистый дисконтированный доход характеризует, что по данному проекту сумма чистых денежных потоков превысит инвестиции на 70,3 млрд. рублей, поэтому данный проект можно принять к реализации.

Экономическая рентабельность освоения Луны

Кудрявцева Е.О., Шаваева В.Б.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
keo1999@yandex.ru

На сегодняшний день многие крупные страны, такие как Россия, Китай, США и другие, планируют освоение космоса. Для этого разработаны программы освоения Луны и Марса. У России тоже проводятся исследования в данной области.

На данный момент практически все страны рассматривают Луну, как территорию, на которой можно создать базу, и в дальнейшем использовать для жизни и изучения, а также для освоения других планет Солнечной системы.

Стоимость лунной программы зависит от затрат на доставку большого количества грузов. А туда необходимо доставить материалы для строительства лунной базы и оборудование для поддержания работоспособности её систем.

Предварительные подсчёты специалистов показали, что на начальном этапе освоения Луны для обеспечения транспортных перевозок Земля-Луна-Земля ежегодно может понадобиться примерно 50 тонн водорода и 200 тонн кислорода. Для транспортировки этих запасов на Луну, будет необходимо более 15 миллиардов долларов в год (без учёта стоимости доставки других грузов).

Данные суммы ставят под сомнения целесообразность освоения Луны. С другой стороны, если для освоения Луны использовать местные ресурсы, то это существенно может снизить затраты, поскольку отпадёт необходимость доставки их с Земли. В качестве материала для строительства можно использовать лунный грунт — реголит. Выполненные на данный момент исследования указывают на то, что применение «местного» материала является перспективным с позиции колонизации в недалёком будущем. Реголит можно применить для создания строительных блоков. Данный материал будет служить полноценным строительным материалом, который защитит от температурных перепадов и радиационного излучения. Помимо этого, в полярных областях Луны в лунном реголите содержится достаточное количество летучих компонентов – водорода, водяного льда, кислорода и многих других.

Для реализации подхода с использованием местных ресурсов понадобится обновление уже имеющихся на Земле технологий и оборудования, а также их адаптация к условиям Луны. Это позволит в дальнейшем избежать больших затрат.

Исходя из этого, можно сказать, что лунная программа на первых этапах её реализации будет экономически рентабельна только в случае обновления и адаптации имеющегося на данный момент оборудования.

Список литературы:

1. Ученый назвал стоимость доставки грузов с Луны при её освоении [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ria.ru/20190720/1556724872.html

2. Тарасевский Ф. Г. Применение реголита при возведении базы на Луне // Молодой ученый. — 2016. — №29. — С. 158-161. — URL https://moluch.ru/archive/133/37162/ (дата обращения: 18.02.2020).

Модернизация производственных процессов в авиационной отрасли

Кузнецова П.А.
Научный руководитель — Старчикова И.Ю.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
9151603374@mail.ru

В условиях сегодняшнего времени все современные сверхдержавы занимаются поиском любых имеющихся возможностей, которые позволят им в будущем усилить их влияние в авиационной отрасли. В России, а также и за её пределами на баланс доминирующих сил особым образом повлияет принятие оптимальных решений по пути следования к наиболее эффективному развитию.

Эксперты в области авиационной промышленности предположили, что наиболее вероятным решением имеющихся проблем станет основательный пересмотр устаревших принципов управления, применение наиболее современных управленческих решений, прогрессивных взглядов на выявление наиболее «узких мест», которые отрицательно влияют на эффективность уже имеющейся производственной системы предприятия, а также следующий за ним реинжиниринг бизнес-процессов. Помимо этого, важным аспектом прогнозируемых изменений может стать преодоление скептицизма в отношении новейших принципов управления, а также разрушение стереотипного мышления сотрудников компании.

Объектом исследования является Ступинское машиностроительное производственное предприятие (АО «СМПП»), деятельность которого связана с серийным выпуском воздушных винтов для турбовинтовой авиации и несущих систем вертолётов.

Предмет исследования – система «3Д-СМПП» – Система Модернизации Производственных Процессов, включающая лозунг «Думай, Действуй, Достигай, которая нацелена на совершенствование системы мотивации работников и мобилизацию всех имеющихся ресурсов предприятия (в первую очередь людских)».

Целью исследования является изучение всевозможных способов повышения эффективности «Системы модернизации производственных процессов».

В результате данного исследования было обнаружено, что возникшие в ходе реализации всех наших имеющихся инвестиционных проектов главные проблемы по техническому перевооружению и реконструкции производства прекрасно решаются. Стоит отметить, что руководство компании принимает оптимальные решения, позволяющие минимизировать затраты всех имеющихся ресурсов, а также заблаговременно выполнить все строительные работы на месте обработки деталей из титановых сплавов и гальванического производства.

Несмотря на принятые меры, в современных условиях, тем не менее, остается необходимость решения множества возникающих проблем, которые связаны с непрерывным производством продукции высокого качества из текущего модельного ряда, с развитием производства новых деталей, а также с внедрением новых перспективных инвестиционных проектов, связанных с организацией производства вертолётных рулевых винтов, реконструкции испытательного центра и теплового производства предприятия.

Проблемы и перспективы применения «гейтовой» технологии управления проектами и программами в России

Кухарева К.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Зуева Т.И.
МАИ, Москва
catbasu89919062@gmail.com

Авиастроение – высокотехнологичный сектор промышленности, определяющий уровень развития национальной экономики, степень её прогрессивности, конкурентоспособности и технико-технологического потенциала. Вместе с тем, производители новой авиационной техники в России испытывают трудности при реализации изделий на рынке, формировании рыночной ниши. Слабое финансирование научных разработок, отсутствие практического опыта достижения и поддержания требуемых для развития предприятий объемов производства и продаж, высокие риски реализуемых в стране инновационных проектов – все это тормозит переход предприятий в состояние устойчивого инновационного развития и требует совершенствования подходов к управлению, учета изменяющихся условий и современных тенденций. В настоящее время система управления инновационными коммерческими проектами в авиационной отрасли реализуется с использованием «гейтовой» технологии. Контрольные точки на этапах планирования, проектирования, этапе производственного инжиниринга, позволяют анализировать отклонения от проектных значений по техническим, экономическим и другим критериям и вырабатывать управленческие решения. Таким образом, бизнес-решения принимаются при прохождении «ворот качества» на основании текущего уровня выполнения задач по разработке. В России применение «гейтовой» технологии в настоящее время мало результативно, не привело ни к гарантированной коммерциализации новых гражданских самолётов, ни к существенному уменьшению сроков разработки или затрат. В докладе будут показаны проблемы использования «гейтовой» технологии в России и пути решения данных проблем. Предлагается при реализации «гейтовой» технологии проектные показатели рассматривать с учетом рисков, уровень которых определять с учетом разработанных авторами показателей, являющихся в настоящее время критичными для рассматриваемых проектов. Данный подход позволит обеспечить консолидацию потенциалов предприятий-разработчиков и предприятий – эксплуатантов для достижения коммерческой значимости продукта проекта на рынке, повысить общий уровень культуры проектного управления в России.

Проблемы оценки стоимости предприятия, прекратившего деятельность в результате банкротства

Левкутина А.Ю., Кутурин Н.С.
Научный руководитель — доцент, Москвичёва Н.В.
МАИ, Москва
levkutina@gmail.com

Достоверная оценка стоимости– важнейший фактор для любой компании. Она необходима для справедливой оценки собственных возможностей, а также для дальнейших управленческих решений. Перед проведением расчетов нужно проанализировать деятельность компании и услышать объективное мнение экспертов о ней. Существует 3 способа определения стоимости бизнеса: доходный, затратный и сравнительный. Для затратного подхода необходимо произвести расчет разницы активов и обязательств компании. Доходный метод подразумевает наличия у компании выручки, которую можно спрогнозировать на несколько лет и оценить. В основе сравнительного метода лежит анализ стоимости компаний-аналогов в этой же отрасли.

Основные коэффициенты, такие как: коэффициенты платежеспособности, финансовой устойчивости и деловой активности необходимо определить для достоверной оценки.

Платежеспособность предприятия — его способность оплачивать краткосрочные обязательства в установленные сроки. Оценка платежеспособности производится на основе ликвидности оборотных активов. Финансовую устойчивость и автономность отражает структура баланса, то есть соотношение между отдельными разделами актива и пассива и свидетельствуют о том, что доходы хозяйствующего субъекта стабильно превышают его расходы, денежные средства свободно маневрируют и эффективно используются в процессе его работы. Показатели деловой активности предприятия характеризуют, как развивается и растет организация в экономическом плане.

Объектом исследования была выбрана компания «Трансаэро», прекратившая свою деятельность в 2015 году в связи с банкротством. Ограниченность в выборе методики оценки стоимости данной компании является главной проблемой. Использование доходного подхода является невозможным, так как у компании отсутствуют необходимые данные и отчетность позже 10.2015 г. Кроме того, использование затратного подхода также является затруднительным, потому что данные о активах (Нематериальные активы, Основные средства, Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, Денежные средства, данные о дебиторской задолженности и другие) компании не представлен в Интернет-ресурсах в связи с объявлением ПАО «ТРАНСАЭРО» о банкротстве.

Исходя из доступных данных, было выявлено, что сравнительный подход – единственный возможный и верный для достоверной оценки стоимости компании. На основании данного подхода выделим наиболее схожие компании-аналоги, которые сопоставимы по масштабу деятельности и работают в отрасли авиаперевозок. Исходя из всех критериев компаниями-аналогами ПАО «ТРАНСАЭРО» в данном исследовании стали ПАО «АЭРОФЛОТ» и ПАО «UTAIR».

Рассчитаем мультипликаторы (соотношения между ценой продажи и каким-либо финансовым показателем) компаний-аналогов используя капитализацию, выручку, cash flow компании и балансовую стоимость. Приводя к среднему полученных значений, стоимость ПАО «ТРАНСАЭРО» на 05.12.2015 г. составляет 26 294 126 183 рубля 23 копейки.

Согласно полученным результатам, компания действительно шла к банкротству, однако, некоторые результаты предоставляют обратную информацию. Это можно списать на некорректное отражение действительной финансовой отчетности ПАО «ТРАНСАЭРО». Кроме того, поднимался вопрос о неточности аудиторских заключений на протяжении достаточно большого промежутка времени, чем также были обусловлены полученные показатели, не отражающие объективной ситуации.

Влияние ракетно-космической промышленности на социально-экономическое развитие

Литвинов Е.В., Путров Н.С.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
litvinovj.1999@mail.ru

Объемные затраты бюджета вызывают вопрос: какие блага получают государство и общество в ходе развития космонавтики?

Результаты ракетно-космической деятельности могут выражаться в весьма различных видах и сферах жизни: политических, экономических, социальных и т.д. Экономический эффект бывает, как краткосрочным, так и долгосрочным по времени.

Краткосрочный экономический эффект является экономическим воздействием, которое реализуется через получения прибыли предприятиями и выплату заработной платы сотрудникам.

Долгосрочный экономический эффект проявляется в результате распространения и использования космической инфраструктуры и технологий.

Так, например, РКК «Энергия» приносит доход 42,373 млрд руб. за счет поддержки работы Международной космической станции (МКС), смены экипажей и обеспечения МКС материальными средствами.

В свою очередь, АО «НПО Энергомаш» заключило контракт с американской корпорацией Orbital Sciences Corporation (OSC, в настоящее время Orbital ATK), на поставку ракетных двигателей РД-181.

А также Ракетно-космический центр «Прогресс» насчитывает около 18 000 сотрудников. Этот факт говорит о том, что создаются новые рабочие места для населения.

В отличии от экономических эффектов ракетно-космической промышленности, охватывающих только взаимодействия промышленности с заказчиками ракетно-космической техники (РКТ), социальные эффекты затрагивают многие сферы жизни общества, т. е. все экономические и другие воздействия, не несущие под собой коммерческой выгоды, а способствующие повышению уровня жизни.

Рассматривая социальные выгоды, получаемые в результате развития космонавтики, можно отметить основные направления влияния на данную сферу:

1. Накопление научных знаний и определение дальнейшего пути развития науки и техники.
2. Укрепление международных отношений и повышение международного престижа.
3. Самостоятельный доступ в космос, обеспечивающий развитие рынка космических услуг и высокотехнологичного экономического базиса.
4. Повышение уровня образования, за счет создания высоконаучной базы, необходимой для обучения квалифицированных специалистов в сферах разработки РКТ и ведения научно-исследовательской деятельности.
5. Оборона и национальная безопасность государства.
6. Гражданская защита и безопасность – например, информирование населения о стихийных бедствиях и техногенных катастрофах. Разработка методов по их своевременному пресечению.
7. Факторы, рождающиеся в ходе использования космоса, такие как доступ к Интернету, телекоммуникация и связь, навигация и т.п.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что развитие космонавтики дает экономические и социальные выгоды. Ракетно-космическая промышленность повышает уровень экономического развития путем создания новых рабочих мест, выполнения иностранных заказов и развития отраслей промышленности, косвенно или прямо связанных с ней. С социальной точки зрения, ракетно-космическая деятельность способствует росту различных сфер, начиная национальной безопасностью и заканчивая образованием и доступом к Интернету.

Список литературы:

1. Цыбулевский С.Е. Привлечение и использование активов, полученных в процессе выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в качестве ресурсного обеспечения организационно-производственных процессов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. № 8. С. 1-373.
2. Напреенко В.Г., Мураkаев И.М., Костенев Д.Л., Цыбулевский С.Е. Оценка инвестиционных проектов в высокотехнологичных отраслях производства // Монография. М.: МАКС Пресс. 2017.
3. РКК «Энергия» [Электронный ресурс] / Википедия. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/РКК_«Энергия»#Экономика

Комплексная оценка экономической устойчивости авиастроительного предприятия

Лошакова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Суркова Е.В.
МАИ, Москва
anastia895@yandex.ru

Целью данной работы является разработка методики оценки экономической устойчивости авиастроительного предприятия.

Исследование фундаментальных работ и последних разработок в области экономики и управления предприятием привело к выводу, что отсутствует единый подход к оценке экономической устойчивости предприятия, поэтому с аспекта системного подхода предпринято комплексное рассмотрение понятия устойчивости предприятия.

Разработанная методика комплексной оценки экономической устойчивости авиастроительного предприятия состоит из анализа индикатора экономической устойчивости, анализа темпа роста индикатора экономической устойчивости, а также проведения мониторинга значений.

Важнейшими составляющими экономической устойчивости в данной работе в связи с выбранной спецификой предприятий являются: финансовая, технико-технологическая, кадровая и коммерческая устойчивости.

Анализ общего индикатора экономической устойчивости включает в себя такие этапы как: корректировка отобранных коэффициентов составляющих экономической устойчивости; выделение частных индикаторов экономической устойчивости; определение весовых коэффициентов значимости частных индикаторов экономической устойчивости (на основе формулы Фишберна); расчет сводного показателя индикатора экономической устойчивости; соотнесение по «классу» экономической устойчивости (на основе модифицированной шкалы Харрингтона); интерпретация сводного индикатора экономической устойчивости.

Анализ темпа роста экономической устойчивости включает следующие этапы:

формирование частных индексов на основе отобранных коэффициентов, отражающих экономическую устойчивость; определение средних значений частных индексов (на основе среднего геометрического показателя); выделение частных индикаторов экономической устойчивости; определение весовых коэффициентов значимости частных индикаторов экономической устойчивости (на основе формулы Фишберна); расчет сводного индикатора экономической устойчивости; интерпретация темпа роста индикатора экономической устойчивости.

Комплексный подход к оценке экономической устойчивости авиастроительного предприятия также дополняет мониторинг управления устойчивым развитием. Главной целью мониторинга является обнаружение негативной ситуации, её корректировки, предотвращения кризисных событий, а также и поиска эффективной реализации возможностей развития. Представлен алгоритм мониторинга предприятия.

Применяя комплексную методику оценки экономической устойчивости, авиастроительные предприятия смогут обеспечить жизнеспособность и конкурентоспособность, управляя устойчивым развитием предприятия.

Список литературы:

1. Лошакова А.А. Оценка финансовой устойчивости предприятий: практический аспект / А.А. Лошакова, М.М. Старкова, Е.В. Суркова // Аудитор. – 2018. – № 12. – С. 45-51.

2. Ниазян В.Г. Экономическая устойчивость авиакомпаний: сущность и практические аспекты / В.Г. Ниазян // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2016. – № 1. – С. 33–41.

Обзор инновационной структуры Франции

Мазуркевич Р.О., Хоменко А.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва
rommazur@mail.ru

Состояние и направление развития научного комплекса Франции представляет особый интерес, так как эта страна традиционно входила в число ведущих научных держав мира. По объему инвестиций в исследовательские разработки на 2018 г. она занимает 5 место в мире, причем около 20% приходится на иностранные инвестиции. Страна занимает 10 место в мире по общему числу научных публикаций, 4 место по числу патентных заявок.

Также внушительно выглядит экономический эффект от научной деятельности. Страна занимает 4 место в ЕС по экспорту высокотехнологичной продукции за 2018 год.

Стимулирование инновационной деятельности во Франции на протяжении многих лет является важнейшим элементом государственной политики. В законодательной базе страны по регулированию научно-технической и инновационной деятельности, можно выделить ряд важнейших законов:

1. Закон об инновациях и научных исследованиях от 12 июля 1999 года. Облегчает процесс передачи технологий из государственного научного сектора в промышленность и стимулирует создание инновационных предприятий;
2. План по развитию инноваций от апреля 2003 года. Его главная задача – создание правовой базы, стимулирующей партнерство государственного сектора и промышленности;
3. Программный закон об исследованиях от 18 апреля 2006 года. Его основные цели – укрепление потенциала стратегической ориентации, создание единой и прозрачной системы оценки и содействие сотрудничеству между сторонами исследований;
4. Закон об ориентации и программировании научных исследований и технологического развития Франции от 2006 года;
5. Национальная стратегия в области научных исследований и инноваций от 2009 года.

Главная задача законов – создание мер по стимуляции инновационного процесса, обеспечение правовой базы для ведения научных работ и закрепление положений по трансферу технологий.

Во Франции располагаются множество всемирно известных и крупных технопарков и технополисов. Например, Технополис Анжер, занимающийся разработкой инноваций в области биотехнологий, микроэлектроники и медицины. Сегодня в стране сосредоточено около 77 технопарков и 47 технополисов, распределенных по всей территории Франции.

В стране действует около 150 инновационных центров. Их работу регламентирует закон об инновациях и исследованиях от 12 июля 1999 года. Данные центры занимаются помощью предприятиям в поиске новых разрабатываемых технологий и служат поддержкой для инновационных предприятий, недавно начавших свое существование, и для опытных игроков рынка.

В стране действует 29 успешных инкубаторов, главной задачей которых является сопровождение стартующих предприятий, оказание консультаций и прочих услуг. Также во Франции ведется разработка 31 нового бизнес-инкубатора, причем 10 из них уже действуют на территории страны.

На территории Франции расположено 160 высших учебных заведений. Национальной особенностью страны является то, что вузы в своей исследовательской деятельности неразрывно связаны с научно-исследовательскими организациями. Доля вузов в исследовательских работах составляет 40%. Все университеты объединены SAIC – службу по производственной и коммерческой деятельности.

В настоящее время состояние инновационной базы Франции оценивается, как положительное, что отражено в Global innovation index 2019, где она занимает 16 место. Ежегодно растет экспорт высокотехнологичных товаров. На 2018 год его число составило

больше 110 миллиардов единиц. Все эти показатели позволили возрасти инвестиционной привлекательности страны по сравнению с прошлыми годами.

Главная особенность инновационного развития Франции – трансфер технологий. У каждого научно-исследовательского учреждения есть свои органы передачи технологии. Некоторые организации специализируются исключительно на этом. Так, Французское агентство по атомной энергии активно учувствует в передаче технологий. Это один из основных органов, который включает в себя как фундаментальные исследования, так и трансфер технологии.

Дальнейшее развитие инновационной деятельности Франции осуществляется по планам правительства:

1. В мае 2013 года была создана комиссия “Инновации-2030”. Она выявила, что автомобильная и авиакосмическая отрасли являются самыми перспективными;
2. Созданы планы объединения и поддержки робототехнической отрасли страны.
3. Объявлено о начале финансирования 72-х новых научно-исследовательских проектов, которые должны будут войти в “полюса конкурентоспособности”. Благодаря “полюсам конкурентоспособности” Французское правительство достигло значительных успехов в области возобновляемых источников энергии, биотоплива, деревоперерабатывающей промышленности, цифровой безопасности и робототехники.

Таким образом, реализация инновационного развития Франции дает государству научно-технические и опытно-конструкторские разработки в различных областях, что обеспечивает конкурентоспособность в рамках мировой рыночной экономики и способствует успешному развитию как отдельно взятого предприятия, так и страны в целом.

Исследование методов ценообразования на инновационных предприятиях

Мармыль Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Николенко Т.Ю.
МАИ, Москва
marmdasha2009@yandex.ru

В связи с ростом значимости наукоемкого производства и внедрения эффективных инноваций возникает необходимость развития высокотехнологичных предприятий. Инновационная деятельность способствует повышению конкурентоспособности национальной экономики в целом, что определяет приоритетность стратегии реализации уникальных проектов. Особенностью инновационных предприятий является высокая доля неопределенности, которая предопределяет риск потери финансовой устойчивости хозяйствующего объекта. Чтобы предприятие оставалось рентабельным, финансово устойчивым и приносило прибыль, необходимо правильно просчитать и выбрать ценовую политику. Через нее предприятие может достигать свои поставленные цели, будь это получение коммерческой прибыли или реализация других своих некоммерческих проектов.

Если руководство инновационного предприятия некорректно составит план ценообразования, то оно в дальнейшем может столкнуться с затруднительным финансовом положением, что даже может привести к банкротству. Поэтому данная тема исследования является актуальной в современное время, так как предприятие может существовать и приносить доход, если все его механизмы работают отлажено.

Выделяют следующие этапы ценообразования:

1) определение исходной цены. То есть такой цены, которая не включает в себя скидки или наценки;
2) определение цены с учетом вышеизложенных составляющих.

Существуют четыре основных метода ценообразования исходной цены на предприятии:

1) Метод затрат. Это один из самых простых методов, который базируется на том, что в состав цены входят все издержки на производство товара, работ или услуг, а также установленный процент прибыли, который предприятие устанавливает самостоятельно. Данный метод ориентирован именно на цели предприятия, а не на цели покупателя.

2) Метод агрегата. Данный метод используется тогда, когда производимая продукция подразумевает использование нескольких составляющих, таких как различные комплектующие, узлы и т.п. Его сущность состоит в суммировании себестоимости всех конструктивных элементов произведенного товара.

3) Параметрический метод. Он основан на составлении зависимости между затратами и свойствами товара, его качеством. Это необходимо для того, чтобы понимать насколько изделие гармонично в системе цен рынка, которая отражает качественную разницу между изделиями. Чаще всего, данный метод применяется при определения цены на мировом рынке, где качество и конкурентоспособность продукта являются основополагающими факторами.

4) Метода текущих цен. Данный метод базируется на установлении такой цены, которая близка по значению с ценой конкурента. При использовании такого метода предприятия сначала ориентируются именно на цену, а затем только на спрос и издержки.

При выборе метода ценообразования важно понимать, какие цели и задачи преследует то или иное предприятие, какой имидж оно хочет сохранить или создать вокруг себя.

Все вышеперечисленные методы могут быть использованы на инновационных предприятиях России любой отрасли, включая авиационную. Однако, вопросы ценообразования требуют дальнейшего исследования с учетом специфики деятельности.

Influence of Airline Business Models on Airport Infrastructure

Михаленко Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Черняева Е.В.
МГТУ ГА, Москва
mikh_dan@mail.ru

The airline industry is highly competitive and the various industry players constantly strive to build up and to maintain a competitive advantage. Strategies can be static or dynamic. Static strategies focus on protecting existing market positions in which the brand and hub dominance play important roles. Dynamic strategies focus on market development and move forward through learning and building up of a knowledge database.

The advancement of airport infrastructure is exceedingly impacted by the particular needs of all airports clients. As a result, numerous infrastructural necessities are dependent on airlines and their passengers.

Primary airports are generally ruled by operations of legacy or network carriers and thus have been outlined according to their needs. In any case, in recent years low-cost carriers have altogether reinforced their market position in Europe and are now aiming for an expanded presence at primary airports.

Subsequently, primary airports are presently confronting unused challenges with regard to their infrastructural advancement and corporate strategies as they now ought to deal with desires of both network carriers and low-cost carriers. This can result in a challenging move period for airports that are not well arranged for long term and lack the adaptability to serve the needs of all airlines.

Richard De Neufville denotes the contradiction between existing facilities at primary airports compared to their future needs:

“The lead of business models of [main airports’] erstwhile powerful clients, that is the legacy carriers, the main airports have built excellent attractive facilities that can provide high levels of service. While these facilities made sense financially for airlines charging high fares, they do not make the same sense for low-cost carriers striving to minimize costs.”

Развитие производства на предприятиях аэрокосмической отрасли

Моисеева Л.М.
БелГУ, Белгород
bukreeva_L@bsu.edu.ru

Достижение положительного результата в развитии экономической направленности страны, не учитывая второстепенные крупные инвестиции, возможно, если осуществлять непрерывный поиск дополняемых источников энергии. На основе концепции национальной безопасности России до 2020 г. для того, чтобы обеспечить безопасность страны, необходимо создать для этого благоприятные условия развития.

При формировании и последующем достижении запланированного уровня развития страны, Россия может достичь показательных значений на экономическом уровне, если в приоритете будет активное развитие технологий наукоемких производств, планирование высокотехнологичных производств и предприятий. Формируемые обособленные преимущества отраслей в виде интеллектуальных ресурсов относительно конкретных предприятий, деятельность которых направлена на достижение необходимого уровня конкурентоспособности экономической сферы страны.

К числу наиболее значимой отрасли оборонно–промышленного комплекса Россиийской Федерации относится производство, направленное создание техники ракетно–космической направленности и авиационной направленности. Производство продукции военного назначения составляет 43 % от общего объема производства российского авиапрома, что способствует обеспечению примерно 50 % экспорта продукции военно−технического назначения.

Основой экономики страны выступают именно предприятия аэрокосмической отрасли (АКО). Эффективность деятельности любого предприятия аэрокосмического комплекса напрямую зависит от обеспечения баланса интересов между всеми элементами представленной цепочки «персонал–общество–аэрокосмический комплекс».

Менеджмент предприятий аэрокосмической отрасли охватывает значимые аспекты различных направлений. Поиск возможных решений слабых сторон, возникающих в сфере аэрокосмической отрасли, требует обеспечить использование разнообразных экономических и организационных моделей.

Для того чтобы была вероятность осуществлять процесс выполнения разработанных планов по предприятиям аэрокосмического комплекса формируется условие организационного обеспечения, а также и экономического обеспечения.

Предприятия аэрокосмического комплекса подвергаются воздействию со стороны внешней среды. К числу основных внешних факторов, оказывающих влияние на предприятия аэрокосмического комплекса, относят: заказчиков, поставщиков и Центральный Банк РФ. Первые оказывают влияние через участие в составлении основных бизнес-направлений рассматриваемого субъекта, через определение степени удовлетворенности продукцией, представленной предприятием.

Влиятельная деятельность поставщиков формируется через определение всех возможных вариантов и объемов используемых ресурсов. На основе этого, можно отметить, что контрагенты дают предпосылку параметров конкурентоспособности продукции, производимой предприятиями аэрокосмического комплекса, оказывая напрямую при этом воздействие на выбор тактики ведения бизнеса.

Таким образом, организация сконструированного менеджмента предприятий аэрокосмического комплекса способствует координации возникающих проблем в данной отрасли.

Успешная деятельность предприятий аэрокосмического комплекса относительно всех её составляющих, например, экономической, технологической и других составляющих, и является частным от перспективных достижений на мировом уровне и на уровне страны.

Сформированные результаты предполагают возможность получения более точной оценки значения идентичности определенных кадровых функционалов предприятий

аэрокосмического комплекса с действующей нуждаемостью рынка. К их числу можно отнести: финансовая, инновационная, кадровая, производственная составляющие.

Наиболее важной задачей, стоящей перед предприятиями аэрокосмического комплекса выделяют процесс внедрения объектов интеллектуальной собственности в хозяйственный оборот.

Такая отрасль, как авиационно–космическая, обладает весомым значением и показателем в процессе обеспечения безопасности на уровне государства. Предприятиям аэрокосмического комплекса отводится значительная роль в достижении значительных результатов инновационного характера. Аэрокосмическая отрасль также является ведущим звеном при закреплении экономических позиций, при освоении международного положения, при положительном достижении стратегического равенства и обеспечении безопасности, а также при своевременном выявлении и нейтрализации различного вида рисов и проблем.

Список литературы:

1. Балашов В.Г., Ириков В. А. Технологии повышения финансового результата предприятий и корпораций: Практика и методы. – М.: Издательство ПРИОР, 2017 – 512 с.

2. Баранов В.В. Государственная поддержка инновационной деятельности оборонных предприятий военно−промышленного комплекса России. // Информационный бюллетень «Навигатор», выпуск № 18. – 2016. – С. 7 – 10.

3. Крылов Э.И., Журавкова И.В. Анализ эффективности инвестиционной и инновационной деятельности предприятия. − М.: Финансы и статистика, 2018 − 348 с.

Институциональные формы и структуры управления инновационной деятельностью

Петлинская Т.В.
Научный руководитель — к.э.н. Давыдов А.Д.
МАИ, Москва
petlinscaia96@mail.ru

Сегодня тема инноваций является одной из самых обсуждаемых как на уровне масштабного государственного планирования, профильных экспертных сообществ, так и на уровне широкой общественности. Инновации определяют экономическое и технологическое развитие стран и регионов мира, они стали важным параметром оценки экономики и являются приоритетным направлением экономической политики развитых стран. Изучение инноваций стало одним из важных направлений и в экономической науке, где существует целый спектр научно-исследовательских подходов к изучению этой темы. Одним из важных направлений в изучении экономики инноваций является институциональный подход, который за последние десятилетия занял прочные позиции в экономической науке.

В этом докладе речь пойдет об институциональных формах управления инновационной деятельностью, что поможет взглянуть на то, где, кем и как производятся инновации, а также на то, каким образом институты влияют на инновационную деятельность. Принимая во внимание все многообразие институциональных форм и областей производства инноваций, в фокусе этого сообщения окажутся только те, которые создаются на базе научных и образовательных учреждений. В первую очередь речь пойдет об основных инфраструктурных организациях, занимающихся внедрением, коммерциализаций и распространением инноваций: центры компетенций, центры трансфера технологий, инновационные центры, технологические платформы, центры коллективного пользования, технопарки и малые инновационные предприятия.

В данном докладе будут рассмотрены следующие вопросы:

• Какие цели и задачи ставятся при создании исследуемых форм инновационной деятельности;

• Существующие механизмы государственной поддержки организаций, занимающихся инновациями при научных и образовательных учреждениях;

• Каким образом институциональное обеспечение влияет на эффективность производства инноваций.

В заключительной части доклада будет дана характеристика современного состояния и возможных направлений развития исследуемых форм инновационной деятельности в научных и образовательных учреждениях РФ.

Варианты решения проблем космической свалки

Полякова А.М.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Кусмидинова М.Х.
АГУ, Астрахань
nastysh2002@mail.ru

Пространство вокруг Земли становится все более перегруженным. Только в 2017 году коммерческие компании, гражданские и военные ведомства, а также любители вывели на орбиту более 400 спутников, что превысило среднегодовой объем за 2000-2010 года в 4 раза. Такой стремительный рост может привести к катастрофе. Столкновения действующих спутников с уже отработавшими объектами создает тысячи новых осколков, угрожающих другим спутникам на низкой околоземной орбите. Космический мусор представляет особую опасность для действующих космических аппаратов, особенно пилотируемых. Также при неконтролируемом сходе с орбиты и неполном сгорании при прохождении плотных слоев атмосферы обломки космического мусора могут представлять опасность и для самой планеты. Ученые подсчитали, что масса космического мусора достигает шести тысяч тонн. Что, несомненно, представляет реальную угрозу для планеты.

Реальная и растущая опасность космического мусора по состоянию на январь 2019 года в увеличивающемся количестве объектов мусора: 34000 объектов размером более 10 см; 900 тысяч объектов размером от 1 до 10 см; 128 миллионов объектов от 1 мм до 10 см. В современной практике отсутствуют надлежащее управление космическим движением и система предотвращения столкновений в космосе. Острая опасность самого мелкого мусора в том, что его скорость может развиваться более 27 тысяч км в час, что в свою очередь, может нанести катастрофический ущерб космическим аппаратам. В мировой практике известно немало примеров печальных последствий от столкновений с частичками космического мусора, так в 1983 году частичка космического мусора размером около 0,2 мм оставила серьезную трещину на иллюминаторе шаттла «Челленджер». За время полётов шаттлов было зафиксировано более 170 следов от столкновений на иллюминаторах, вследствие чего потребовалось более 70 замен иллюминаторов между полётами. [2]

С экономической точки зрения, пока не существует приемлемых методов уборки космического мусора. В настоящее время в целях предотвращения появления нового мусора ведется активное наблюдение и регистрация космических загрязнений. Тем не менее, Федеральной космической программой РФ предусмотрено создание «Ликвидатора». Миссия «Ликвидатора» — сбор космического мусора с геостационарной орбиты. Создание данного специального устройства запланировано к 2025 году. По мнению разработчиков, «Ликвидаторы» будут задействовать область увода космического объекта и отправлять на нее в течении года до двадцати отработавших объектов.

В рамках исследования были изучены следующие варианты решения проблемы космического мусора: 1) экспериментальный робот ClearSpase-1, имеющий четыре роборуки должен будет «захватить» объект и сгореть вместе с ним в земной атмосфере. Официальные представители Европейского космического агенства (ESA) уверены, что проект проложит путь к совершенно новому способу очистки космического мусора. Такая разовая миссия оценивается, по данным экспертов The Guardian, приблизительно в сто тридцать три миллиона долларов; 2) использование лазеров, установленных на спутнике, для выброса частиц космического мусора в атмосферу.

Список литературы:
1. Лошкарева Е., Радченко Т.Б. Важность развития системы контроля космического пространства России и Европы для борьбы с космическим мусором/Сборник докладов Московской молодежной студ. научно-практической конференции, 2015, Издательство ПЕРО, Москва, с. 62-71
2. https://ru.wikipedia.org/Катастрофа шаттла «Челленджер»
3. Кошкин Д.В., Семяшкина М.А. Проблема космического мусора// Научное сообщество студентов: Междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. XXVII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 16(27). URL: https://sibac.info/archive/meghdis/16(27).pdf (дата обращения: 17.02.2020)
4. https://tass.ru/tech/6821734/Уборка на орбите. Чем опасен космический мусор и как от него избавиться. (дата обращения: 01.02.2020)

Особенности формирования себестоимости железорудного сырья в целях налогообложения по НДПИ

Потак А.Г.
Научный руководитель — к.э.н. Клоницкая А.Ю.
МАИ, Москва
lika_potak@mail.ru

В настоящее время, для предприятий металлургического комплекса, как одного из наиболее материалоемких в Российской Федерации, встает проблема грамотного подхода к формированию учетной политики предприятия, выбора метода учета затрат и калькулирования себестоимости добытого сырья с минимальными потерями и рисками для предприятия, но при этом с соблюдением всех норм налогового учета. Поскольку рассчитываемая себестоимость добытого сырья является налогооблагаемой базой по налогу на добычу полезных ископаемых (НДПИ), плательщиком которого являются данные предприятия, то правильно сформированная себестоимость сырья позволяет предприятиям сэкономить значительные денежные средства.

Исходя из этого, целью данного исследования было выявить главные особенности формирования себестоимости добытого железорудного сырья в целях налогообложения по НДПИ.

В ходе исследования был детально изучен рынок железорудного сырья и выявлены основные отечественные производители, проанализированы способы определения количества добытого сырья, методы учета и калькулирования затрат, позволяющие предприятию-производителю рассчитать себестоимость добытого железорудного сырья.

Специфика определения количества и формирования себестоимости сырья на предприятиях чёрной металлургии обусловлены особенностью их технологического процесса. В соответствии с Налоговым Кодексом РФ, количество полезного ископаемого может определяться прямым и косвенным способом, а именно:

• Прямой способ (приоритетный) − подразумевает определение количества добытого сырья при помощи специальных измерительных средств и приборов;

• Косвенный способ (второстепенный) − применяется в тех случаях, когда определение количества добытого сырья невозможно прямым способом. Данный способ подразумевает определение объема добытого сырья расчетно, на основании данных о содержании добытого полезного ископаемого в общем объеме извлеченного минерального сырья.

Большинство предприятий чёрной металлургии является вертикально-интегрированными, такие предприятия выполняют полный технологический цикл добычи и производства. Существенную долю в структуре затрат металлургических предприятий составляют затраты, связанные с подготовительным этапом, поэтому оптимальным методом учёта затрат и калькулирования себестоимости для них является попроцессный метод. Благодаря максимальной приближенности к технологии добычи и производства, данный

метод позволяет обеспечить наиболее точное определение затрат на добываемое железорудное сырье.

Таким образом, в соответствии с Налоговым кодексом оценка стоимости полезного ископаемого может определяться одним из трех методов, среди которых находится расчетный метод, учитывающий особенности калькулирования себестоимости для добывающих производств. Порядок определения стоимости железорудного сырья для целей исчисления НДПИ должен происходить строго в соответствии с нормами и правилами налогового учета.

Список литературы:

1. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 27.12.2019) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2020) / НК РФ Глава 26. Налог на добычу полезных ископаемых.

2. Налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ). ФНС России. URL: https://www.nalog.ru/rn77/taxation/taxes/ndpi/

3. Учёт затрат и калькулирования себестоимости продукции в чёрной металлургии. URL: https://studfile.net/preview/6215527/page:8/

Кластеры в инновационном развитии российской экономики

Семенова Я.А., Никитина Л.Г.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Серикова Н.В.
АФ КНИТУ-КАИ, Альметьевск
semenova_yana_25@mail.ru

Развитие регионов и повышение конкурентоспособности — актуальная тема для отечественной экономики. Наиболее эффективным средством обеспечения конкурентоспособности территорий является кластерный подход.

Понятие «кластер» впервые было использовано Майклом Портером в 1990 году в его работе «Конкурентные преимущества стран». В соответствие с его концепции, кластер — это географически располагающаяся рядом взаимосвязанная компания и сопряженные с ними предприятия, конкретной области и дополняющие друг друга.

В современном мире более результативным устройством увеличение конкурентоспособности можно считать кластерный подход: на сегодняшний день в развитых государства в рамках кластеров формируются более 50% экономики и сосредоточиваются более 40% занятых.

Более подробно рассмотрим кластер «Вертолёты России», который был основан в 2007 году, а в конце 2010 года к кластеру присоединились все вертолётостроительные заводы России.

«Вертолёты России» считаются одними из наилучших в мире в вертолётостроительной сфере, уникальный разработчик, а также изготовитель вертолётов в Российская Федерация, однако кроме этого один из немногих фирм в обществе, что обладает возможностями проектирования, изготовление, тестирование, а также технологического обслуживания нынешних гражданских, а также военных вертолётов.

«Вертолёты России» содержит все без исключения территории Российской Федерации. В него вступают конструкторские сервис-бюро, вертолётные заводы, компании по производству и обслуживанию, а также ремонт комплектующих изделий, заводы, связанные с авиаремонтом, но кроме этого сервисные компании, которые обеспечивают послепродажное обслуживание техники в РФ, но кроме того из-за рубежом. Главный офис холдинга находиться в Москве.

Компания кластера считаются разработчиками уникальных технологий, которые внедрились в мировых рекордсменах и бестселлерах:

• МИ-8/17 — Самый знаменитый в обществе вертолёт за все существование данной отрасли, производство которого осуществляется с применением современных технологий;

• МИ- 26Т — Считается самым грузоподъемным вертолётом в мире, с помощью него можно поднять также переместить груз весом вплоть до 20 тонн;

• КА-32А11ВС — Вертолёт, с помощью которого возможно решить многочисленные проблемы, но чаще всего данный вертолёт используется в пожаротушении и спасательных действиях.

Представители вертолётов у данного кластера постоянно совершенствуются и модернизируются, на базе навыков их использования в всевозможных регионах мира, формируются новые модификации. Благодаря чему формируется высококонкурентный вертолётостроительный кластер мирового уровня и гарантирует данному холдингу устойчивую позицию в обществе. Кластер выполняет интенсивное техническое техперевооружение также модернизацию собственных предприятий, функционируют над перспективными проектами. Основные тенденции дальнейшего развития: безопасность, результативность, экологичность и формирование базисных технологий, какие станут популярны при проектировании новейших вертолётов.

В настоящий период кластер приступил к осуществлении новейшего проекта «Беспилотные комплексы», что учитывает разработку модельного ряда беспилотных вертолётных комплексов гражданского и военного направления средней и большой дальности.

Научно-исследовательская и опытно-конструкторская деятельность «Вертолёты России» владеют сильной научно-опытной базой. В число участников кластера включены 2 вертолётостроительных средних учебных заведения, рейтинг которых признают совершенно во всем мире, — Московский вертолётный завод им. Михаила Леонтьевича Миля, а также «Камов». История каковых связана совместно с деятельный основателем российского вертолётостроения Михаила, а также Николая Камова. Николай Камов выявил термин «вертолёт», а в 1920-х годах он принимал содействие в формировании предшественника вертолёта – автожира. Под управлением Михаила Миля был изобретен первый российский серийный вертолёт.

Сервисное направление холдинга «Вертолёты России» ориентировано на формирование комфортного рабочего места для оператора, который занимается ремонтом и техническим обслуживанием вертолётов отечественного изготовления на протяжении полного существование данной техники. Одна из составляющих стратегии «Вертолёты России» является профессиональный сервис и послепродажное обслуживание вертолётов.

Разработка методики оценки стоимости жизненного цикла сложных технических систем

Сикриер А.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Замковой А.А.
МАИ, Москва
angel08_1994@mail.ru

В настоящее время стоимость жизненного цикла (СЖЦ) является важным критерием, учитываемым при принятии решения о покупке высокотехнологичных изделий, сложных технических систем [1].

Поэтому при появлении идеи о разработке сложных технических систем, высокотехнологичных изделий, стоит уделять большое внимание оценке стоимости жизненного цикла на всех стадиях ЖЦ.

Оценка стоимости жизненного цикла – процесс экономического анализа, проводимого с целью определения стоимости всего или части ЖЦ продукта [1].

Данная тема является актуальной и рассматривается во множестве ГОСТов, методиках и программах оценки.

В ходе исследования были проанализированы ГОСТы, а также отечественные и зарубежные методики и инструменты оценки СЖЦ: ГОСТ Р27.202-2012, ГОСТ Р55931-2013, ГОСТ Р58302-2018, Методика оценки СЖЦ «Применение показателя СЖЦ инновационного изделия на авиапромышленном предприятии», One Click LCA, Isograph Life Cycle Cost Analysis, GaBi Life Cycle Costing, IATA, Conklin & de Decker и т.д.

Было выявлено, что традиционные методики и инструменты оценки СЖЦ ориентированы на статичную оценку, хотя и подразумевают прогноз изменения некоторых глобальных параметров, но не учитывают факторы и события, которые происходят в течение всего ЖЦ изделия. В связи с чем было предложено разработать методику и инструмент оценки СЖЦ, учитывающие изменения, происходящие в течение всего ЖЦ.

В результате была разработана методика оценки СЖЦ, ориентированная на высокую динамику изменения среды «CADIS» и её программная реализация на базе инженерной системы MatLab [2].

Методика «CADIS» разделена на 2 стадии:

• Первая стадия «Статичной оценки». На данной стадии происходит определение плановых показателей оценки СЖЦ. Она включает в себя этапы: Collect и Analysis.

На этапе Collect – происходит сбор необходимой информации на стадиях ЖЦ изделия и планируемых затратах.

На этапе Analysis – происходит анализ собранной информации, составление плановой калькуляции затрат, выявление базовых зависимостей и степени взаимной корреляции.

• Вторая стадия «Динамической оценки». На данной стадии происходит исследование динамических изменений и выдача корректировочных мероприятий для поддержания результата оценки на заданном уровне. Она включает в себя этапы: Dynamic, Identification, Synthesis.

На этапе Dynamic – происходит исследование динамики изменения внутренний и внешней среды проекта и степени влияния на стоимость ЖЦ.

На этапе Identification – происходит определение факторов среды, оказывающих наибольшее влияние и их возможные граничные состояния.

На этапе Synthesis – происходит подведение итогов, комплексная оценка и выдача корректировочных мероприятий, направленных на обеспечение достижения плановых показателей.

Ключевым принципом разработанной методики является не просто оценка статичного состояния проекта или изделия, а получение результата оценки стоимости ЖЦ и поддержание результата на заданном уровне с учетом динамики изменения среды за счет применения таких технологий как Big Data и нейронных сетей [3].

Таким образом, сохранение плановых показателей происходит за счет прогнозирования изменений и корректировки необходимых параметров.

Список литературы:

1. Сикриер А.В., Исаева С.Ю., Замковой А.А. Разработка методологии оценки стоимости жизненного цикла для гражданской вертолётной техники. Сборник тезисов 18-й Международной конференции «Авиация и космонавтика – 2019», 2019. с. 301-302;

2. Сикриер А.В., Тупицын А.В. Управление стоимостью жизненного цикла в условиях высокой динамики изменения среды. Сборник аннотаций конкурсных работ 11-ого Всероссийского межотраслевого молодёжного конкурса научно- технических работ и проектов «Молодежь и будущее авиации и космонавтики», 2019. с. 258;

3. Сикриер А.В. Применение методики оценки стоимости жизненного цикла высокотехнологичного проекта или изделия в условиях высокой динамики изменения окружающей среды. Сборник тезисов докладов XLV Международной молодёжной научной конференции «Гагаринские чтения – 2019», 2019. с. 1120.

Космический туризм — составная часть изучения и освоения космоса

Скулова А.Ф., Качура А.В.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
skulova97@mail.ru

В современном мире в условиях нестабильности мировой и национальной экономик остро встают вопросы финансирования научно-исследовательских и практических работ в космосе. Ряды программ не могут быть воплощены в жизнь ввиду недостатка или даже отсутствия

финансирования. Последние десятилетия широко обсуждается участие частного инвестирования в освоении космоса наряду с государственными вложениями.

Одним из направлений возможного участия частного капитала или личных средств физических лиц является космический туризм. За период с 2001 г. и по настоящее время в качестве туристов в космосе побывало 7 человек. Первым из них был американский бизнесмен Деннис Тито на борту корабля Союз вместе с Талгатом Мусабаевым и Юрием Батуриным. Полёт длился с 28 апреля по 6 мая 2001 г. И обошелся Тито в 20 миллионов долларов.

Потенциальные туристы могут ощутить невесомость несколькими способами.

При суборбитальном полёте используется транспортное средство, которое поднимает пассажиров на высоту около 100 км. Подобные полёты осуществляют две компании BlueOrigin и VirginGalactic (стоимость такого полёта составляет 250 000 долларов). Космоплан SpaceShipTwo (virginGalactic) с людьми на борту поднимается на высоту 15.2 км на самолёте-носителе WhiteKnightTwo. После этого, при выполнении всех необходимы проверок, пилот осуществляет запуск двигателя, и аппарат по траектории ракеты ускоряется вверх до отметки 80-100 км, где замирает и в это время пассажиры в течение нескольких минут способны ощутить невесомость. Система NewShepard (BlueOrigin) с капсулой наверху, в которой находятся люди и оборудование, стартует вертикально. Достигнув высоты 100 км, капсула отделяется, а ускоритель пикирует вниз, приземляясь, как и стартовал.

В свою очередь существуют стратосферные полёты, осуществляемые на Миг-29 с выполнением фигур высшего пилотажа (стоимость тура от 70 000 долларов). Пассажир на месте второго пилота вместе с опытным лётчиком-испытателем, под управлением которого истребитель разгонятся до сверхзвуковой скорости (порядка 1800 км/ч) и стремительно поднимаются до предельной высоты 17-19 км. Люди оказываются в стратосфере, находясь выше пассажирских самолётов в 2 раза. Пребывания в невесомости составляет около минуты.

Прежде чем испытать ощущение невесомости, нужно пройти очень тщательный отбор. Во время медицинского осмотра врачи Института медико-биологических проблем (ИМБП) РАН просят сдать кандидата ряд анализов, проверяют его историю болезней. В случае хороших анализов будущего туриста допускают до нагрузочных тестов и после их успешного прохождения — к стендовым (вращение в центрифуге, тестированию в барокамере и др.). С учетом того, что в основу медицинского отбора положены принципы, разработанные для космонавтов, требования к непрофессионалам гораздо мягче.

Помимо медицинского отбора потенциальный турист должен соответствовать следующим библиографическим требованиям: не был судим; не запятнал свое имя; не имел проблем с алкоголем; не пробовал наркотики.

Даже в условиях требовательного отбора количество желающих побывать в космосе продолжит расти. А вовлечение в космических туризм частных лиц будет реализовывать грандиозные задачи освоения космоса.

Список литературы:

1. Официальный сайт «Северный маяк» https://severnymayak.ru/2019/02/14/kto-i-kak-gotovit-kosmicheskix-turistov-milliarderov-k-poletu/
2. Сайт «Mig flights» https://migflights.ru/programmy-poletov/polet-v-stratosferu/
3. ФБА «Экономика сегодня» https://rueconomics.ru/227147-kosmicheskii-turizm-kak-kupit-bilet-skolko-stoit-chto-nuzhno-dlya-poleta

Методика расчетов основных индексов промышленного производства

Филиппович Г.Н.
МАИ, Москва
sawera@bk.ru

В качестве примера расчета основных индексов промышленного производства в практической части работы будут взяты данные из отчетов ПО «Туламашзавод».

Для расчетов основных индексов промышленного производства использовались данные, полученные из отчетов ПО «Туламашзавод».

1. Произведен расчет цены, себестоимости отдельных видов продукции, а также индивидуальных индексов объема производства выбранного предприятия.

2. Определение изменения затрат по сравнению с другими годами работы производства. Расчет агрегатного индекса затрат на выпускаемую продукцию. Т.к. продукция, выпускаемая ПО «Туламашзавод» является разноименной, то её нельзя суммировать в натуральном выражении. Общий показатель объема (ОПО) транспортируемой продукции можно получить только путем суммирования фактических денежных затрат по отдельным видам продукции.

Денежные затраты зависят от объема продукции и себестоимости её единицы.

Каждый год изменяется не только объем продукции, но и себестоимость. Для определения точной характеристики изменения затрат необходимо продукцию за несколько периодов вычислить по одной и той же себестоимости, чтобы устранить её влияние.

3. Расчет среднего арифметического и гармонического индексов.

Средний индекс – это индекс, вычисленный как средняя величина из индивидуальных индексов. При таком способе расчета необходимо точно выбрать систему весов для индивидуальных индексов. Расчеты среднего гармонического индекса цен, среднего гармонического индекса физического объема, среднего гармонического индекса и индекса цен.

4. Расчет цепных и базисных индексов.

5. Подведение итогов работы:

• Сравнение показателей индивидуальных индексов за «соседние» промежутки времени, показателей агрегатных индексов физического объема продукции.

• Сравнение цепных индексов. Подведение итогов деятельности предприятия.

Структура и модели управления Объединённой Авиастроительной Корпорацией в контексте глобальных цепочек создания стоимости

Фомин П.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Горяинова Л.В.
РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва
remover243@yandex.ru

Современный этап развития российского авиастроения берёт начало в 2006 году, когда была образована Объединённая Авиастроительная Корпорация (далее ПАО «ОАК»). Основной идеей создания ПАО «ОАК» было получение благотворного эффекта от синергии производственных мощностей и научных идей различных компаний и научных школ [3]. По состоянию на 31.12.2017 г. ПАО «ОАК» владело пакетами акций всех ведущих самолётостроительных компаний России [4]. Структура ПАО «ОАК» постепенно меняется с целью централизации. Планируется создание центров специализации, центров компетенций [6], однако, положение ПАО «ОАК» в целом остаётся весьма плачевным.

В годовом отчёте за 2018 год приведены результаты деятельности ОАК. Рентабельность основного капитала по-прежнему является крайне низкой и составляет -6,2%. Самим обществом был получен убыток в размере 29 995 млн рублей. Согласно публичной отчётности ПАО «ОАК» с самого начала своей деятельности до настоящего момента несёт постоянные убытки, изредка принося прибыль в отдельные периоды (2013, 2014, 2017) [3, 4, 5]. Это показывает неэффективность рассматриваемой корпорации.

Рассмотрим деятельность ПАО «ОАК» в контексте глобальных цепочек создания стоимости (ГЦСС). Глобальная цепочка создания стоимости – это полный цикл всех видов деятельности (дизайн, производство, маркетинг, логистика и дистрибуция), которые ведут международные компании, с целью поставки товара на рынок для конечного потребления. Такие виды деятельности могут быть выполнены одной и той же компанией или разделены между несколькими фирмами, в рамках ГЦСС они выполняются с учётом международного разделения труда [1].

Сама идея объединения авиастроительных компаний России в единую вертикально интегрированную корпорацию с централизованным управлением напоминает создание так

называемых «Кейрецу» в Японии. «Кейрецу» – это крупные вертикально интегрированные корпорации с широким ассортиментом продукции, созданные в Японии при участии правительства как «старшего наставника». «Кейрецу» в 50-60 гг. XX века помогли Японии создать цепочки создания стоимости внутри страны, повысить конкурентоспособность национальной экономики и вывести Японию в лидеры роста. Япония смогла занять выгодные позиции в ГЦСС. Однако в современных условиях система «Кейрецу» показывает свою неэффективность. Строгий контроль и вертикаль власти в «Кейрецу» тормозят прогресс, поэтому в условиях глобализации лучше себя показывают те корпорации, которые включаются в ГЦСС на её отдельных этапах, а не создают её с нуля [1]. ПАО «ОАК» же, наоборот, стремится к усложнению иерархии, контролю своих бизнес-единиц, переводит высшее руководство из одной бизнес-единицы в другую [7], приводит продукцию к единообразию [2]. В контексте примера «Кейрецу» я считаю такое управление бизнес-единицами неэффективным.

Предоставление бизнес-единицам большей свободы и преимущества горизонтальной интеграции относительно вертикальной представляются более целесообразными. Конструкторские школы в различных бюро являются ценнейшим активом ПАО «ОАК», что доказывается советскими страницами истории авиастроения, и не подлежат слиянию и унификации. ПАО «ОАК» следует учитывать своеобразие и традиции каждой своей бизнес-единицы, осторожно выстраивать иерархию, чтобы избежать конфликта интересов у выходцев из различных бюро на высших должностях, вести продуманную кадровую политику и постепенную реструктуризацию.

Список литературы:

1. Зуев В. Н., Островская Е. Я., Дунаева М. С. Включение национальных экономик в глобальные цепочки стоимости: изменение парадигмы организации внешнеэкономических связей // Современная конкуренция. 2014. №2. С. 77-94 (дата обращения: 10.02.2020).

2. Соболев Л.Б. К вопросу реструктуризации Объединенной авиастроительной корпорации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14, № 3. С. 411 – 426 (дата обращения: 12.02.2020).

3. Устюжанина Е. В., Петров А. Г., Сизов М. В. Состояние и перспективы развития российского авиастроения // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2012. №46 (дата обращения: 12.02.2020).

4. Годовой отчёт публичного акционерного общества «Объединенная авиастроительная корпорация» за 2017 год // Объединённая авиастроительная корпорация (ОАК) Режим доступа: https://www.uacrussia.ru/upload/iblock/674/674b55ed1ad96f1c69118c5a046e3739.pdf (дата обращения: 10.02.2020).

5. Годовой отчёт публичного акционерного общества «Объединенная авиастроительная корпорация» за 2018 год // Объединённая авиастроительная корпорация (ОАК) Режим доступа: https://www.uacrussia.ru/upload/iblock/ef1/ef1bf1dbe3b0d4ecb3d9fd7df10669a4.pdf (дата обращения: 10.02.2020).

6. Глава ОАК раскрыл детали анонсируемой Сердюковым реформы авиастроения // РИА Новости Режим доступа: https://ria.ru/20191230/1563006826.html (дата обращения: 14.02.2020)

7. "Ростех" подтвердил назначение Тарасенко главой "Сухого" // РИА Новости Режим доступа: https://ria.ru/20200206/1564364003.html (дата обращения: 14.02.2020).

Обзор структуры поддержки инновационного бизнеса в Польше

Хоменко А.Д., Мазуркевич Р.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва
krolohu@ya.ru

Последние 10 лет Польша активно развивается, ежегодно улучшая состояние своей экономики. Стране удаётся избежать падения ВВП и поддерживать его рост на фазе глобальной стагнации. Это обусловлено консервативностью экономической структуры

страны с её сравнительно низкой долей сектора финансовых услуг и относительно высокой жизнестойкостью традиционного малого и среднего бизнеса, составляющего около половины ВВП. Также это отражается в уровне безработицы, который к началу 2013 года достигал 11%, а сегодня составляет 5%.

С начала 1990-х годов в Польше развиваются центры поддержки инноваций и предпринимательства. Однако их динамичное развитие было достигнуто благодаря инвестициям из структурных фондов ЕС, действующих с 2010 года. К настоящему времени в стране создана достаточно развитая инфраструктура поддержки инновационной деятельности.

Инициаторами создания инновационных центров выступают государственные ведомства, органы местного самоуправления, агентства регионального развития, научные и учебные заведения и др. При этом большинство центров принадлежат определённому органу регионального управления или институту.

Примерно половина таких центров объединены в Ассоциацию организаторов центров инноваций и предпринимательства Польши со штаб-квартирой в городе Познань. На общенациональном уровне главными организаторами создания инновационных центров являются правительственные структуры – Польское агентство инвестиций и торговли и Польское агентство развития предпринимательства.

Инновационные центры имеют широкий спектр деятельности. Опрос 2018 года показал, что один вид поддержки оказывают 69,4% организаций, два вида 23,6%, три вида 2,1% и 1% шесть видов. Но, по сравнению с 2014 годом, даже самые развитые предприятия значительно снизили свою активность, ограничив число услуг. Примерами немногих центров, которые не урезали свой спектр деятельности, являются Поморский научно-технологический парк и Вроцлавский технологический парк.

В составе научно-технологических парков действуют около 40% всех технологических инкубаторов. В рамках этой модели инкубаторы находят на рынке молодые перспективные инновационные фирмы, оказывают им поддержку и, после завершения процесса инкубации, предоставляют им возможность остаться в парке.

Важным элементом региональной структуры поддержки инновационного бизнеса являются кластеры. На сегодня в Польше их насчитывается более 60. Они распределены равномерно по всей территории.

В рамках бюджетной перспективы Евросоюза 2020 г. среди новых национальных программ политики сплочения ЕС, большинство содержит весьма существенную инновационную компоненту. Сердцевину системы программ социально-экономического развития Польши составляет «Стратегия ответственного развития до 2020 года с перспективой до 2030 года».

Эти программы охватывают широкий спектр проблем, при этом влияя на одни и те же элементы: центры поддержки инноваций и предпринимательства, социальное благополучие и отраслевую промышленность. Такой подход может свести на нет эффект от них, т.к. на данные элементы будут одновременно воздействовать по-разному.

Однако, периоды многомиллионных инвестиций и интенсивной поддержки проектов не обеспечили устойчивости и стабильности работы многих центров, а их количество неуклонно снижается с 2015 года. Данная тенденция не коснулась центров трансфера технологий. Их увеличение связано с участием в программе «Inkubator Innowacyjności+», финансируемой из европейских фондов.

Сокращение числа активных субъектов, ориентированных на поддержку развития сектора малого и среднего предпринимательства, является первым сигналом к тому, что центры практически всех направлений деятельности переоценивают свои возможности и ищут другие способы для развития своего потенциала.

Причинами таких сокращений стали значительные изменения инфраструктуры бизнес-среды и отсутствие заинтересованности в использовании потенциала инновационных центров со стороны лиц, принимающих решения на национальном и региональном уровнях.

Ещё одной проблемой инфраструктуры инноваций Польши является неравномерное географическое распределение её элементов. Инновационные центры в столицах воеводств составляют 61% от их общего числа. Это указывает на то, что субъекты, действующие за пределами воеводских столиц, имеют значительно затруднённый доступ к центрам поддержки.

Несмотря на вышеперечисленные проблемы, инфраструктура инноваций обладает высоким потенциалом для выполнения своих задач, что отражается в большой доле доходов от сдачи её элементов в аренду.

Отсутствие системного подхода в построении инфраструктуры в сочетании с недостаточным вовлечением инновационных центров в стратегическую деятельность государства привело к тому, что элементы инфраструктуры занимаются деятельностью, которая часто отличается от их основной. Исчезают проинновационные консультативные, учебные и инкубационные услуги, поэтому результаты, связанные с коммерциализацией и передачей новых технологий, имеют устойчивую тенденцию к снижению.

Достижение экономического эффекта за счёт управления запасами на промышленном предприятии

Шарапкина Е.А., Касымов М.А.
МАИ, Москва
ekaterina.sharapkina@mail.ru

Управление материальными запасами относится к одной из ключевых задач управления предприятием. Практика показывает, что общие затраты на логистику при формировании и хранении запасов предприятий занимают до 40%. Значительная часть промышленных предприятий являются убыточными, но процесс оптимизации уровня материальных ресурсов может повысить их конкурентоспособность.

Цель исследования состоит в улучшении теоретических разработок, формировании системы управления материальными запасами промышленного предприятия.

Для проведения данной методики на первом этапе необходимо определить объемы закупок предприятия по категориям товаров. На этом этапе мы узнаем, на какие товары приходится самые большие объемы закупок. Самые большие объемы закупок на рассматриваемом промышленном предприятии приходятся на губчатый титан, магний, отходы титановых сплавов, никель, алюминий.

На втором этапе мы рассматриваем динамику закупочных цен на данные категории товаров. На рассматриваемом предприятии самой дорогой закупочной ценой обладают следующие категории материальных ресурсов предприятия: молибденовые штабики, пруток титановый, вольфрамовые штабики, титан губчатый, кобальт, отходы титановых сплавов.

Предприятие должно обладать оптимальным уровнем запасов материальных ресурсов, который обеспечивает минимум затрат на создание и поддержание запаса и потерь из-за их дефицита. Логистическая система управления запасами предприятия должна проектироваться с целью непрерывного обеспечения потребителя материальными ресурсами. Реализация этой цели должна достигаться решением следующих задач:

- Учет текущего уровня запаса на складах различных уровней,
- Определение размера гарантийного (страхового) запаса,
- Расчет размера заказа,
- Определение интервала времени между заказами.

Чрезмерно большие резервы в компании приводят к замораживанию оборотных средств, что вызывает убытки.

Поскольку потери из-за недостатка запасов материалов, как правило, превышают затраты на содержание запасов, основное внимание при определении оптимального уровня запасов на предприятии следует уделять им. Таким образом, критерием оптимальности уровня материальных ресурсов является ожидание потерь из-за дефицита или избытка. Оптимальным уровнем является уровень резервов, при котором ожидание потерь достигает минимума.

Управление запасами на предприятии характеризуется постоянным спросом во времени, мгновенным пополнением запасов и наличием дефицита. Поэтому целесообразно усовершенствовать систему закупок на основе классификации стратегических ресурсов с использованием анализа ABC и применить модель единого продукта, которая учитывает дефицит для каждого члена группы.

ABC-анализ:

• A — наиболее ценные, 20% — ассортимента; 80% — продаж;

• B — промежуточные, 30% — ассортимента; 15% — продаж;

• C — наименее ценные, 50% — ассортимента; 5% — продаж.

Применение метода ABC для стратегических ресурсов позволяет сделать выводы, о том, что 80% годового потребления стратегических ресурсов приходится на: титан губчатый, пруток титановый, никель Н1У, отходы титановых сплавов, кобальт К1Ау. Это около 20% укрупненных позиций плана. Эти позиции отнесены к группе А.

В группу В отнесены молибденовые штабики, вольфрамовые штабики, алюминий А99, хром Х99Н4, магний МГ95, на них приходится ещё 10% плана закупок. Группа В занимает промежуточное положение между группами А и С.

В группу С отнесены все оставшиеся позиции. На них приходится 10% плана закупок в стоимостном выражении: отходы жаропрочных сплавов, алюминий чушковой А7, магний сплав ММ2Ч, отходы алюминиевых сплавов АД31.

На следующем этапе мы можем рассчитать оптимальные размеры партий стратегических ресурсов. Для того чтобы снизить годовые затраты, оптимальный размер заказа с учетом дефицита на титан губчатый должен составлять 32,5 т. Это означает, что должно заказываться 9 партий ежегодно. Поскольку спрос предполагается в течение года, заказ должен размещаться примерно каждые 26 дней.

Предложения по совершенствованию системы закупок принесли экономический эффект и позволили сократить издержки на хранение, снизили затраты по текущему обслуживанию запасов, понизили стоимость рисков, связанных с запасами, в виде порчи, кражи и устаревании запасов, уменьшили затраты на хранение, эксплуатационные расходы, затраты на охрану склада, а также ускорили оборачиваемость капитала.

Особенности бизнес-процессов оптовых закупок на высокотехнологичных предприятиях

Шмелева Р.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва
shmeleva.renata@mail.ru

Оптовая торговля занимает в структуре национального хозяйства особое место. В настоящие время предприятия на рынке оптовой торговли функционируют в условиях жесткой конкуренции. В торговле постоянно происходят трансформационные процессы, связанные с интенсивным темпом развития, также на бизнес-процессы оптовых закупок большое влияние оказывают изменения во внешней среде коммерческих отношений. На сегодняшний день все более актуальней становиться вопрос управления бизнес процессами предприятий. Для того, чтобы предприятие могло эффективно функционировать в быстро меняющихся условиях рынка ему необходимо применять все более актуальные современные технологии управления. Управление бизнес-процессами оптовых закупок является средством повышения эффективности предприятия, которое в совокупности с внедрением современных информационных технологий может качественно спрогнозировать и гибко отреагировать на изменяющиеся факторы, вывести компанию на новый уровень.

В настоящие время, необходимость развития бизнес-процессов оптовых закупок на высокотехнологичных предприятиях обусловлена такими причинами как:

• Зависимость от показателей бизнес-процессов конкурентоспособности предприятия;

• Необходимость внедрения современных технологий и управленческих инноваций для обеспечения требования постоянного улучшения качества поставляемых товаров и услуг;

• Необходимость систематически проводить работы по обслуживанию производства, для поддержания высокого уровня показателей бизнес-процессов оптовых закупок.

Вышеизложенные причины актуализируют вопрос разработки теоретических положений и методических рекомендаций по управлению бизнес-процессами.

Для получения данных по оценке бизнес-процессов оптовых закупок необходимо проводить ряд работ, которые состоят из планирования показателей бизнес-процесса оптовых закупок, анализа бизнес-процессов оптовых закупок, принятия управленческих решений и внедрения совершенствований оптовых закупок.

С целью оптимизации управление бизнес-процессами оптовых закупок в 2018 году был создан патент (заявка № RU 2 668 967 C1) обеспечивающий поток операций бизнес-процессов. Это инновационное изобретение относится к системе обработки данных бизнес-процесса.

Применение данной инновационной системы позволит обеспечить автоматизацию обработки данных бизнес-процесса, упрощая выбор концепций по совершенствованию бизнес-процессов.

Применение разработанной инновационной системы в компаниях окажет положительное влияние на будущее развитие бизнес-процессов оптовых закупок на высокотехнологичных предприятиях.

Секция №9.5 Философские, историко-политические и социально-гуманитарные проблемы аэрокосмической деятельности

Преподаватели Рыбинского государственного авиационного технического университета, участвующие в Великой Отечественной войне

Алябьева Е.А.
Научный руководитель — профессор, к.ф.н. Сидорова И.М.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
lizalyabyeva99@mail.ru

Девятого мая 2020 года наша страна отметит великий праздник – День Победы. Семьдесят пять лет прошло с того дня, когда весь мир услышал долгожданное слово: «Победа!» В этот день мы вспоминаем тех, кому мы обязаны жизнью и благодаря кому мы живем. Каждый человек должен знать свою историю, гордиться подвигами своих прадедов, брать с них пример, чтобы стать достойным гражданином и патриотом России.

В своей статье я хотела бы рассказать о преподавателях учебного заведения, в котором я учусь — Рыбинского государственного авиационного технического университета. Людях, прошедших войну и ставших потом преподавателями нашего вуза, чтобы на личном примере и опыте воспитать молодое поколение.

История высшего образования в Рыбинске началась 88 лет назад, когда в мае 1932 года в Рыбинске было решено организовать филиал Новочеркасского авиационного института. Однако уже через два месяца, в июле 1932 года был создан самостоятельный Рыбинский авиационный институт им. Серго Орджоникидзе. РАИ имел два факультета: общетехнический и механико-технологический.

В начале Великой Отечественной войны, в октябре — ноябре 1941 года, вместе с моторостроительным заводом РАИ эвакуировали в Уфу, где был преобразован в Уфимский авиационный институт (сейчас — УГАТУ). Основному ядру профессорско-преподавательского коллектива пришлось покинуть Рыбинск.

И лишь в 1955 году в Рыбинске вновь открылся институт. Во второй половине 40-х гг. в вузы пришли бывшие фронтовики, которые перед войной только смогли закончить школу, многие впоследствии защитили диссертации и стали преподавателями. Так формировался и профессорско-преподавательский состав вновь открывшегося института. Вспомним некоторых из них…

Забелин Борис Алексеевич (23.03.21-1990 гг.) – кандидат исторических наук, доцент кафедры истории КПСС. [1] В институте работал с 1955 года старшим преподавателем, зам. декана, зав. кафедрой, доцентом. Участник Великой Отечественной войны. «Работая командиром орудия, показал себя смелым и умелым артиллеристом. За точное ведение огня, в результате чего нанесен большой урон противнику награжден Правительственной наградой – медалью «За отвагу». [2] Также Борис Алексеевич был награжден медалью «За победу над Германией 1941-1945 гг.», впоследствии орденом Отечественной войны II степени, юбилейными медалями, посвященными РККА и Советской Армии.

Воздвиженский Вилен Михайлович (1925-2002 гг.) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой металловедения и литейного производства. [1] Награжден орденом Отечественной войны I степени, медалями «За отвагу», «За боевые заслуги», «За освобождение Варшавы», «За взятие Берлина».

Румянцев Евгений Алексеевич – доцент кафедры «Процессы и оборудование гибких и производственных систем». [1] В институте работал с 1959 года старшим преподавателем. С 1976 года – доцент. Был награжден орденом Отечественной войны II степени, медалями: «За победу над Германией», «Ветеран труда» и другими.

Орлов Виталий Сергеевич – старший преподаватель кафедры научного коммунизма. В институте работал с 1960 года начальником учебной части, старшим преподавателем, заместителем декана авиационного факультета. [1] Был награжден медалями: «За отвагу», «Ветеран труда» и другими.

Все вышеперечисленные герои, прошедшие Великую Отечественную войну, были преподавателями в Рыбинском авиационном технологическом институте в 50-70 годах. Они выпустили десятки специалистов в области авиационного двигателестроения. Среди них такие известные люди, как:

Анатолий Алексеевич Герасимов — директор Волжского машиностроительного завода. В 1961 году окончил Рыбинский авиационный институт. [3] Герасимов руководил заводом более 30 лет. В это время благодаря ему объём производства увеличился в 18 раз.

Александр Владимирович Медведев — советский и российский изобретатель, главный конструктор ОАО «Ростовский оптико-механический завод». [3] В 1972 году окончил РАТИ по специальности «Радиоэлектроника». Под его руководством в 1990-е годы было разработано около 10 приборов ночного видения и тепловизоров.

Это далеко не полный список преподавателей и сотрудников Рыбинского Института (ныне РГАТУ им. П.А. Соловьёва) – участников Великой Отечественной войны. Кроме того, многие ковали победу в тылу, работая по специальности на авиационных заводах (в частности, выпускники РАИ П.А. Соловьёв, впоследствии генеральный конструктор, и П.Ф. Дерунов, впоследствии многолетний директор Рыбинского моторостроительного завода). Все они на фронтах войны и в тылу отдавали все свои силы знания и опыт, приближая Победу.

Список литературы:

1. Кузнецов К.К. Рыбинская Государственная Авиационная Технологическая Академия им. П.А. Соловьева: Страницы истории. РГАТА, Рыбинск, 2002

2. ЭЛЕКТРОННЫЙ БАНК ДОКУМЕНТОВ «ПОДВИГ НАРОДА В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ 1941-1945 ГГ.» — URL: http://podvignaroda.ru/?#tab=navHome

3. Категория: Выпускники РГАТА. Материал из Википедии — свободной энциклопедии. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Категория:Выпускники_РГАТА

Проблемы и перспективы аэронавтики в исследовании и освоении Арктики

Винникова М.Д.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Шкарубо С.Н.
МАИ, Москва
vinnikova.marya@gmail.com

Изучение арктических областей в географическом и геофизическом отношениях начинается с XIX века. Современная наука подтвердила ожидание ученых прошлого. В настоящее время установлено: на российском Крайнем Севере сосредоточено 80% только одной арктической нефти и практически весь газ. Но проблема труднодоступности арктических территорий остается актуальной и сейчас. Исследовательская практика экспедиций начала XX века показала, что обширные пространства Арктики не могут быть исследованы без применения соответствующих суровым природным условиям воздушных транспортных средств. В той же мере это относится и к освоению природных богатств арктического региона.

Из всех транспортных средств первой трети XX века значительная ставка исследователей и ученых делалась на управляемые ЛА легче воздуха. Именно дирижабли из всех воздушных технических средств того времени обладали несомненными преимуществами: большой грузоподъемностью, достаточно умеренным расходом топлива в полёте, «неприхотливостью» взлётно-посадочных площадок и значительной дальностью перелетов без посадок, что было весьма подходяще для условий эксплуатации воздушной техники в условиях Крайнего Севера.

Наиболее показательным и крайне успешным примером среди целого ряда исследовательских полётов дирижаблей над Крайним Севером, явился согласованный с

руководством СССР полёт немецкого дирижабля «Граф Цеппелин» (ЛЦ-127), состоявшийся в 1931 году. На борту вместе с немецкими аэронавтами находились 15 советских ученых во главе с Р.Л. Самойловичем. Аппарат в арктических условиях преодолел 13200 км, проведя в советском воздушном пространстве более 100 часов полёта, посетив практически неисследованные ранее Арктические маршруты, собрав огромное количество научной информации.

К сожалению, достижения отечественного дирижаблестроения пригодного для арктической эксплуатации в начале 30-х гг. XX века были весьма скромны. Разработка и применение пригодных к эксплуатации в арктических условиях отечественных дирижаблей в 20-е годы были весьма ограничены особенностями развития экономики в период НЭПа в СССР. К сожалению, развитие производства и эксплуатации дирижаблей в СССР — для Арктики — в предвоенных условиях сворачивалось: в 1936 году комбинат «Дирижаблестрой» был перепрофилирован в завод, производящий истребители И-20. На свертывание отечественного дирижаблестроения повлияла и катастрофа 1936 года, в которой потерпел крушение трансатлантический «Гинденбург». До этого эксплуатация цеппелинов в мире была весьма успешной: практика их применения распространялась от кругосветных перелетов до неоднократных полётов в Арктику.

Спустя десятилетия в виду необходимости разработки труднодоступных арктических месторождений полезных ископаемых — как одного из вызовов современности, вновь возрождаются подходы, призванные решить эту и другие проблемы современности путем обращения к научно-технической инноватике, включая аэронавтику.

Не остается без внимания эта проблема и в трудах современных отечественных ученых. Так в статье «Стратегия связанности» ученые МАИ предлагают к исследовательскому рассмотрению многофункциональный модуль, где на ряду с беспилотными системами, легкими и сверхлегкими ЛА авиации используются и дирижабли.

Несомненно, воздушные средства современной аэронавтики должны быть качественно безопаснее своих технических «предшественников». Это вполне достижимо, в связи с тем, что наука о прочности материалов вышла на иной, более высокий уровень, а сам процесс проектирования ЛА осуществляется на базе весьма совершенных информационных технологий. Примерами успешных новых разработок в аэронавтике являются зарубежные аппараты, легче воздуха.

В качестве показательного примера прорыва в области зарубежной аэронавтики служит созданный в Британии, ЛА на гелии Airlander 10, совмещающий в себе лучшие технологии вертолёта, самолёта и дирижабля. Первый полёт «Airlander 10» совершен 17 августа 2016 г.

Перспективы создания инновационных аппаратов аэронавтики для освоения труднодоступных просторов Арктики являются открытыми.

Список литературы:

1. Владимирова В., Панасенко Е. Стратегия связанности // Облако. 2018. №4.
2. Шкарубо С.Н. Историческая значимость и основные результаты НЭПа в СССР // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. 2018. №1.
3. Дузь П.Д. История воздухоплавания и авиации в России – 2 е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1981.
4. Воробьев Б.Н. Развитие воздушного сообщения на дирижаблях и роль их в освоении Севера; Ассберг Ф.Ф. Дирижабль в Арктике / Воздушные пути Севера. Сборник статей, посвященных вопросам освоения Севера. Под ред. Анвельта Я.Я. – М., 1933
5. Г.И. Нестеренко. Север голосует за дирижабль // Техника-молодежи. 1976. №2.

Гипотеза симуляции

Виноградов М.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Матыцин А.А.
МАИ, Москва
vip.maksimka2000@list.ru

Основная мысль гипотезы симуляции, что реальность — это симуляция, подстраивающаяся под человека, формируя его разум, восприятие и сознание. Эта гипотеза появилась ещё в философии античности. Над ней в то время работали великие древнегреческие философы Пифагор, Аристотель и Платон. В двадцатом веке с развитием новых технологий гипотеза приобрела новую современную версию компьютерной симуляции. Гипотеза изучается в разных философских направления и широко используется в массовой культуре 90-х годов, например, в фильме «Матрица».

Главной проблемой против этой гипотезы послужило огромное количество логических ошибок, что служит основным доводом, исключающим вероятность существования данной теории. Многие философы проецировали теорию симуляции на другие философские проблемы. Например, австралийский философ Дэвид Чалмерс, задавался вопросом, связанны ли умственные способности моделируемых объектов и моделируемая физика вместе, или они существуют и развиваются отдельно. Аналогично Винсент Конитцер использовал сценарии компьютерной симуляции, чтобы изучить явления, которые логически не возникают из строго физических феноменов.

Главной работой в области компьютерной симуляции считается статья Ника Бострома «Доказательство симуляции». В этой статье Ник Бостром сделал вывод, что весь наш мир создан из огромного множества компьютерных симуляций. И до сих пор не перестает свое развитие в этой сфере, например: разработка все более сложных и увлекательных игр, которые погружают человека в другую «свою» компьютерную симуляцию. А также Ник Бостром предположил, что и мы сейчас, скорее всего, живем в одной из таких симуляций.

Кроме Ника Бострома данную гипотезу пытались доказать ещё ряд ученых при помощи экспериментов и теорий. Например, учёные из Калифорнийского университета установили схожесть структуры вселенной, человеческого мозга и интернета. А так же ученые предположили, что мир симуляций будет проще, чем реальный и попытались это доказать, но толковой теории пока не вышло.

Список Литературы:

1. Медведев Д. А. (2001), Живём ли мы в спекуляции Ника Бострома? Ассоциация футурологов.
2. Nick Bostrom. Are We Living in a Computer Simulation? (англ.) // The Philosophical Quarterly (англ.) русск.: journal. — Oxford University Press, 2003. — Vol. 53, no. 211. — P. 243—255. — ISSN 0031-8094. — doi:10.1111/1467-9213.00309. (англ.)
3. Robin Hanson. How to Live in a Simulation (неопр.) // Journal of Evolution and Technology. — 2001. — Т. 7. (англ.)
4. Barry Dainton (2002), Innocence Lost: Simulation Scenarios: Prospects and Consequences, с. 1—24 (англ.)
5. Conitzer, Vincent. A Puzzle about Further Facts. doi:10.1007/s10670-018-9979-6.
6. О сущности ложек: Физики придумали способ проверки реальности Матрицы. // 13 октября 2012, Lenta.ru (рус.)

Русский космизм в аспекте тотальной регуляции природы

Воеводин П.Н.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Колганов С.В.
МАИ, Москва
pasha.voewodin@yandex.ru

Мы соотносим русский космизм в первую очередь, с его естественно-научной школой, понимаемой как единая наука о природе и человеке. Известна трактовка русского космизма как мировоззрения, неотделимого от нашей тысячелетней христианской культуры, и, в тоже время, несущего на себе печать некой языческой почтительности перед космическом природным порядком.

Русский космизм (Федоров, Рерих, Умов, Циолковский, Чижевский, Холодный, Одоевский, Соловьев) рассматривается как мощное и разностороннее направление научной и религиозной мысли, его ядро составляет синтетическое понимание природы, главным элементом которого служит представление о научном, духовном и моральном развитии человека. Космизм, как определенное мировосприятие, соотносится также и с концепцией всецелостности: внутренний мир человека, его духовная составляющая, неразрывно связаны с Космосом, и в смысле вовлечённости человека во все многообразие отношений в мире и в смысле единства генезиса, т.е. в нем человек воспринимается и в качестве компонента Космоса, и в качестве этапа эволюции определенных областей этого Космоса.

Рассматривая многолетнюю историю русского космизма можно отметить, что главный аспект его философии — это космос и космические закономерности, присутствующие в мире и человеке. Определение космической ответственности человека за его деятельность, которая свойственна, в целом, многим культурам, в русской культуре выразилась в широком диапазоне проявлений от литературы и философии до естественных наук, что объясняется особенностями природы России в сочетании с широтой её ландшафта.

Регуляция природы в русском космизме – принципиально новая ступень эволюции, осуществляемая «существами разумными и нравственными». Так его основатель Н.Ф. Федоров, автор философии «общего дела», утверждал решающий факт становления сознания в нашем мире, отмечая, что необходимость осознанного управления эволюцией и трансформации всей природы происходит от глубинных потребностей разума, а ещё глубинного нравственно — морального чувства человека. Человек должен оказать обратное воздействие на природу, которая его создала, для её преображения и одухотворения. Регуляция – это овладение природой, вместо её эксплуатации и утилизации. И тут на первый план выходит переустройство человеческого организма, управление человеком процессами на Земле и в космосе. Русские космисты чётко осознавали катастрофическое направление бездумно эксплуатирующей, но не восстанавливающей деятельности человека, следствием которой может стать истощение планеты и истребление многообразия её природы.

Согласно Федорову, в процессе регуляции должен преобразовываться и сам физический организм человека. Им отлично понимается значение искусственного фактора (приборов и машин) в современной цивилизации, умножающего возможности человека, соединяющегося с его собственными органами, и возникающая возможность создавать новые органы. Но, в первую очередь, Федоров понимает преображение человека как коренную перестройку самого организма человека и его связей с окружающей средой. Человек никогда не будет бессмертен, если не изменит современный тип жизнедеятельности, принципиально не приспособленный к долговременному существованию.

У отца практической космонавтики К.Э. Циолковского можно найти похожие утверждения — человек в его истинном виде не может являться вершиной эволюционного процесса. Ему необходимо «идти и прогрессировать – как телом, так и умом, в нравственности, познании и техническом могуществе. Впереди его ожидает нечто блестящее, невообразимое».

Современные специалисты в области естественных наук, пытаются определить с помощью материалов исследований, как человек оценивает свою роль и место в масштабах

Вселенной. Ориентация на единство человека и мира и, как следствие, на единство мирового процесса, заметно и особенно актуализировано в наши дни синергетикой. На острие внимания исследователей также одна из важных особенностей космизма в виде стремления к системному осознанию проблем природы и общества. А именно, в попытках создания теории социально-экологических систем.

Отмечая эволюцию идей русского космизма в аспекте компьютеризации, надо отметить необходимость регуляции природы с помощью средств науки и техники, которые позволят преодолеть порабощённость человека слепыми силами природы: овладение природой, переустройство человека, освоение космоса.

Космос как арена геополитической борьбы

Гаврилов Д.И.
Научный руководитель — Григорьев А.В.
МАИ, Москва
avgrigorev@gmail.com

Понимание космоса как неконфликтного пространства ушло в прошлое в середине 20 века. В 50 годы началась «гонка» космических технологий сверхдержав. А в начале 21 века развернулась настоящая геополитическая битва за контроль над бескрайним космическим пространством.

В 1964 г. президент США Линдон Б. Джонсон сформулировал тезис описывающий геополитическую логику Запада: «Римская империя контролировала мир потому, что сумела построить дороги. Затем началось освоение морских пространств. Британцы господствовали на море и руководили миром. Мы господствуем в воздухе и являемся руководителями в свободном мире, с тех пор как установили это господство. Теперь это положение займет тот, кто будет господствовать в космосе». Контроль над космическим пространством означает возможность получения информации обо всем что происходит на Земле.

В начале 21 века начинается новая космическая гонка, основными участниками которой становятся Китай США и Россия. В Космическом геополитическом противостоянии Запад верен принципам талассократической территориальной экспансии.

В 2001 году США выходят из Договора по ПРО (1972 г.) и начинают создание в системе ПРО элементов космического базирования;

В 2004 г. — США создают подразделение для уничтожения или вывода из строя спутников при помощи наземных станций в целях установления контроля над космическим пространством.

США настаивают на своем праве свободно действовать в космосе.

В начале 21 века США и Китай создают и успешно испытывают технологии уничтожения космических спутников с помощью противоспутниковых ракет. Формулируются такие задачи космической политики как создание системы защиты космических аппаратов с помощью спутников и способов ремонта в космосе поврежденных космических аппаратов и систем.

В условиях эскалации космического противостояния геополитиками США создано новое научное направление геополитики — астрополитика.

Один из основателей астрополитики Э. Долман считает, что США не должно строго соблюдать нормы регламентирующие космическую деятельность, в том числе договор 1967 года о запрете использования космоса не в мирных целях. В 1991 году в Персидском заливе впервые происходит масштабное военное применение космических технологий США. В настоящее время более 40 % космических орбитальных объектов имеют военное назначение.

Долман сформулировал следующие пункты астростратегии США:

• В случае необходимости использовать космические систем для уничтожения вражеских спутников и вооружений;

• Создать систему надежной защиты от противоспутниковых ракет;

• Установить военный контроль в пространстве околоземной орбиты (на высоте от 1200 до 2000 км).

В этих реалиях Российская Федерация ответила созданием стратегии расширения контроля на низких околоземных орбитах и перехода от их освоения к использованию. Стратегической задачей России в 21 веке является увеличение масштабов освоения Луны и других объектов Солнечной системы с закреплением контроля Луной поверхности и окололунного космического пространства.

Контроль над космическим пространством считается западными астрополитиками ключевым пунктом на пути к мировой гегемонии. Согласно астрополитике, тот, кто контролирует низкие орбиты, тот контролирует околоземное пространство. Кто контролирует околоземное пространство, тот доминирует на Земле.

Развитие авиационной промышленности СССР в 70-80 годы: на примере решения стратегической задачи по освоению и постановке в серийное производство истребителей четвертого поколения на авиационном заводе им. Ю. А. Гагарина г. Комсомольска-на-Амуре

Гайдай Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Шкарубо С.Н.
МАИ, Москва
gayday200@mail.ru

Одним из важнейших условий эффективного развития современной авиационно-космической промышленности России является изучение положительного опыта разрешения стратегических задач авиационной отрасли в прошлом. Это требует внимательного рассмотрения верных ключевых решений, принятие которых позволило в свое время успешно реализовать государственные задачи, поставленные перед военно-промышленным комплексом СССР, его авиационной составляющей, что привело к существенному укреплению обороноспособности страны на рубеже 70-80 гг. XX века.

В качестве показательного примера такого эффективного стратегического решения задач, поставленных перед предприятиями оборонно-промышленного комплекса в 70-80 х годах XX века, служит успешный переход к производству истребителей 4-го поколения — «изделия Т-10» (Су-27), осуществленный на дальневосточном машиностроительном заводе в г. Комсомольске-на-Амуре (в настоящее время – авиационный завод им. Ю.А. Гагарина).

Для обеспечения решения стратегической задачи — выпуска нового оборонного изделия — часть старых заказов была передана на другие промышленные предприятия ОПК, а сам ДМЗ Комсомольска-на-Амуре подвергся масштабному техническому переоснащению и модернизации. Подготовка выпуска истребителя Су-27 давалась нелегко. Даже не принимая во внимание необходимость внедрения принципиально нового промышленного оборудования, технологически «десятка» сама по себе явилась на порядок более сложной для освоения сотрудниками предприятия, чем вся ранее производившаяся авиационная техника.

Не только благодаря полученным новым техническим возможностям производства ДМЗ, но и за счет эффективного переобучения кадрового состава предприятия удалось выдержать высокий темп работ по выпуску опытных машин новой серии и оправдать решение правительства СССР, принятое в 1976 году о выборе ДМЗ в качестве серийной площадки выпуска нового изделия Т¬-10. Это подтверждается тем фактом, что спустя несколько лет были построены первые серийные экземпляры, а уже в 1979 году на предприятии началась успешная сдача первой установочной серии из 6-ти машин нового поколения.

Вместе с тем решение поставленной задачи потребовало преодоления ряда значительных препятствий – технического и организационно-производственного свойства. Так, ещё на стадии испытаний выяснилось — созданный самолёт изначально не обладает всеми требуемыми тактико-техническими характеристиками. Для ликвидации этой существенной проблемы со стороны ОКБ им. Сухого проект был кардинально переработан, конструкция и оборудование претерпели фундаментальные изменения, была активизирована работа представительства московского ОКБ на дальневосточном предприятии, а со стороны самого

Комсомольского ДМЗ на производстве был осуществлен поиск необходимых новых технических решений и их внедрение. Понадобились и существенные изменения в кадровой политике в отношении инженерного звена авиационного предприятия, был принят ряд кадровых решений, приведших к изменению в руководстве самого предприятия, осуществлены мероприятия по повышению групповой сплоченности сотрудников, проводилось активное взаимодействие разработчика и изготовителя.

Это привело к необходимому результату — работники ДМЗ в 1981 году приступили к серийному производству обновленного самолёта с тактико-техническими характеристиками, доведенными до требуемых. В 1982 году в воздух поднялись первые машины, а в 1983 году производственники ДМЗ сдали уже 9 новых истребителей. В дальнейшем темпы выпуска активно наращивались, что было обусловлено успешной интенсификацией производства. В результате проведенных мероприятий комсомольское производство, фактически, было успешно перепрофилировано под серийный выпуск истребителя 4-го поколения. Важный государственный заказ оборонного значения был выполнен.

Очевидно, что данный пример решения стратегической задачи, поставленной перед авиационным предприятием г. Комсомольска-на-Амуре, является актуальным для подготовки будущих инженерных кадров высокотехнологичного аэрокосмического производства России и эффективного развития современной аэрокосмической отрасли.

Список литературы:

1. Погосян М.А. Новое «Облако» // Облако 2016 №1

2. Шкарубо С.Н. Современное образование и проблема подготовки инженерных кадров для высокотехнологичного производства // Экономика и управление в машиностроении. 2017. № 6. С. 49-51.

3. Мороз С., Приходченко И., Колобанов В. Истребитель Су-27. Москва. 2004.

Исследование социально-экономических инструментов активизации деятельности работников службы управления персонала авиатранспортного предприятия

Галкин М.А.
Научный руководитель — к.соц.н. Почестнев А.А.
МАИ, Москва
maxgalkin97@mail.ru

Современные социально-экономические процессы вынуждают организации заниматься развитием человеческого потенциала, в связи с тем, что данный вид ресурса позволяет вывести компанию на более высокий уровень развития. Руководители крупных организаций признали экономическую целесообразность капиталовложений, связанных с развитием системы вовлеченности сотрудников и активизации их деятельности. Однако неадекватно используемые HR технологии данных систем часто минимизируют эффект целедостижения. Вопрос о качестве использования данных технологий остается до сих пор открытым.

Объектом исследования стала система стимулирования персонала департамента управления персоналом одного из московских аэропортов, предметом – эффективность использования социально-экономических инструментов активизации работы сотрудников. Целью исследования было обнаружение неэффективных инструментов системы стимулирования персонала. В рамках исследования было проведено анкетирование 50 сотрудников рассматриваемых отделов, проведено интервью с разработчиками системы стимулирования. Исследование базировалось на структурно-функциональном методологическом подходе, позволяющего сегментировать отдельные параметры стимулирования, и анализе дескриптивных статистик (кростабуляций номинативных данных) для определения связей элементов стимулирования и параметров активности персонала.

В ходе исследования было обнаружено, что активные инструменты стимулирования только наполовину соответствуют мотивационной структуре работников, что свидетельствует об ошибках проектирования данной системы. Без стимулирования оказались зоны

мотивационной структуры, связанные с условиями работы и профессионального развития, отвечающих за активизацию вовлеченности персонала.

Были обнаружены следующие закономерности. Низкая активность персонала связана с растущей усталостью персонала и неудовлетворенностью расположением места работы (опоздания приводят к задержкам на работе). Данные параметры в большей степени воздействуют на параметр лояльность. Отсутствие мотивации на активную работу у сотрудников HR служб связано с несколькими параметрами: с однообразной работой, отсутствием новых задач, неуверенностью в завтрашнем дне, с отсутствием в организации возможностей профессионального развития персонала.

В качестве совершенствования использования инструментов активизации деятельности сотрудников было предложено ввести дистанционную форму работы сотрудников и изменение графика работы. Также было предложено введение режима проектной работы в HR службах. Он позволяет работать с новыми задачами и предполагает постоянное профессиональное развитие сотрудников. Данные инструменты позволят увеличить лояльность и вовлеченность сотрудников.

Список литературы:

1. Алексина С.Б. Методы стимулирования: Учебник. – М.: ФОРУМ, 2013. 304 с.
2. Белашова В.В. Моральные и материальные виды стимулирования// Инновационная наука — Т. 2. № 4. – 2017 г.
3. Демченко А.А., Сукманов Э. В. Приоритетные направления повышения трудовой мотивации. Курский гос. ун-т. Курск, 2014. 134 с.
4. Почестнев А.А. Психологические и социальные аспекты исследования и формирования мотивационно-целевой направленности студентов аэрокосмических вузов и персонала организаций аэрокосмической отрасли // «Актуальные проблемы социогуманитарного знания». Сборник науч. трудов фак. Социального инжиниринга МАИ. — Вып. 8. — М: Вузовская книга – 2009 г.

Отказ от модели сплошного твёрдого тела или о судьбе одной абстракции в науке

Гулин В.В.
Научный руководитель — к.ф.н. Сухно А.А.
МАИ, Москва
kornet104@gmail.com

Каждая наука обязательно вводит некоторые абстракции для описания своего предмета. Далее, по мере прогресса, наступает момент, когда введённая в её рамках абстракция частично или полностью себя исчерпывает. Однако это состояние не означает остановку в развитии науки, а наоборот, очерчивает путь для дальнейшего моделирования действительности, путём введения новой абстракции.

Развитие цивилизации всегда было тесно связано с созданием сложных конструкций. А в настоящее время их создание становится возможно лишь в результате решения проблемы прочности. Исследование физических законов позволило сформулировать критерии прочности и наполнить современный мир богатством окружающих конструкций: мосты, самолёты, небоскрёбы, гидроэлектростанции и прочее, а также, если целью становится разрушение, произвести демонтаж зданий, добычу полезных ископаемых, бурение и так далее.

Научно-технический прогресс приводит существующие теории прочности к своим границам применимости. Это связано с использованием всё более сложных технологических процессов и всё более прочных материалов и сплавов, что приводит к возникновению аномалий.

В настоящее время проблемы прочности решаются с помощью физико-математического аппарата сопротивления материалов [1]. В своё время наука о прочности ввела ряд

прогрессивных допущений, которые теперь всё чаще оказываются преградой для дальнейшего развития.

Границы применимости формируют область явлений, связанных с разрушением, которые не поддаются описанию с помощью физико-математического аппарата сопротивления материалов. Здесь возникает следующего рода противоречие: представитель науки о прочности будет указывать на объяснения, лежащие вне области этой науки. Например, на агрессивность воздействия внешней среды, вызывающей коррозию; на нарушение технологии производства, брак; на нарушение условий эксплуатации, человеческий фактор и так далее. Однако вопрос о прочности нужно вывести на более высокий уровень, чтобы объяснить возникающие аномалии, что означало бы более точное описание реальности.

Всё более совершенные и сложные технические конструкции приводят к экономическому развитию и, как следствие, к стимулированию прогресса в смежных по отношению к науке о прочности дисциплинах (материаловедение, механика разрушения и пр.). Параллельно в сфере компьютерного моделирования появляются новые вычислительные мощности. Таким образом, обеспечивается возможность прорыва в прикладной механике за рамки устаревающих представлений в науке о прочности, то есть к формированию новой области знания.

Прорыв состоит в изменении подхода: если в настоящее время наука о прочности базируется на 1) гипотезе сплошности и однородности, которая полагает, что материал представляет собой однородную сплошную среду, свойства материала во всех точках тела одинаковы и не зависят от размеров тела; 2) гипотезе об изотропности материала, утверждающей, что физико-механические свойства материала одинаковы во всех направлениях; и на других гипотезах, которые не используются в формируемой области знания.

Тем самым возникает новая физическая абстракция – поликристаллическая модель тела [2]. Фундаментальные законы механики остаются теми же, но применяются они к новому объекту, который более точно соответствует реальности. Здесь проявляется обстоятельство, которое можно выразить следующей метафорой: отдельный кристалл металла не знает, что именно на него воздействует, он лишь воспринимает воздействие, передаваемое его соседями-кристаллами, будто по «испорченному телефону». Наполнение металла кристаллическими зёрнами в каждом случае индивидуально – нет двух одинаковых структур металла, как нет двух одинаковых снежинок. В связи с чем реакция одного и того же металла на внешнюю нагрузку будет тоже индивидуальной.

Такой подход позволяет вывести на более высокий уровень вопрос о предпосылках и протекании процесса разрушения. Если наука о прочности прибегала к внешним объяснениям (материаловедение, химия, эмпирические зависимости и др.), то становится возможно описание изменения свойств материала как проявления единого физического закона, согласно которому происходит то, что мы называем разрушением. Это означает, что такой подход должен стать мостиком между микромиром и макромиром.

Таким образом, мы становимся свидетелями того, как созданная в науке абстракция развивается под влиянием изменившейся действительности. И специфика ситуации в том, что эти изменения произошли в своё время во многом благодаря введению той же самой абстракции: они формируют такие условия, что ранее отброшенное (в рамках принятых в науке допущений) стало существенным и принципиальным.

Список литературы:

1. Писаренко Г.С., Агарёв В.А., Квитка А.Л., Попков В.Г., Уманский Э.С. Сопротивление материалов // Издательское объединение «Вища школа» Киев, 1973

2. Романова В.А., Балохонов Р.Р., Карпенко Н.И. Моделирование механического поведения материалов с учётом трёхмерной внутренней структуры // Физическая мезомеханика. 2004. Т. 7, № 2 С. 71–79

Философско-методологические основы исследования вопросов безопасности жизнедеятельности в космосе

Диков Г.Б.
Научный руководитель — профессор, к.ф.н. Моторина Л.Е.
МАИ, Москва
grigorydikov@mail.ru

Методологические основы любого исследования следует начинать с чёткого определения исследуемого явления и методологических принципов. Что касается исследования вопросов безопасности жизнедеятельности, отметим, что «безопасность» означает «состояние защищённости жизненно важных интересов личности, общества, государства от внутренних и внешних угроз, либо способность предмета, явления или процесса сохраняться при разрушающих воздействиях». «Безопасность жизнедеятельности» как наука полагает в качестве предмета следующие задачи: исследование закономерных проявлений опасностей среды обитания современного человека; разработка принципов и методов защиты от опасностей; обоснование механизмов защиты и достижения комфортных условий жизнедеятельности человека; обучение населения основам защиты от опасностей (в аспекте космоса – обучение космонавтов); разработка мер по обеспечению защиты населения (экипажа космического ЛА) в различных условиях проявления опасностей.

Какие же методологические принципы при этом используются? Прежде всего – это принцип системности; а также принцип взаимосвязи и взаимозаменяемости. Мир, в котором живёт человек, представляет собой единое целое и ни в природе, ни в общественной жизни нет абсолютно изолированных предметов, явлений, процессов. Но наиболее широко применяется принцип определяющих факторов. Следование ему предполагает выделение связей и отношений, оказывающих решающее воздействие на состояние безопасности жизнедеятельности в космосе.

Опираясь на него, можно выделить следующие группы факторов, связей и отношений: первая – касающиеся влияния условий космического пространства на человека, как при выходе непосредственно в открытый космос, так и на борту космического летательного аппарата. К ней относятся: невесомость, изменение условий освещённости, радиационного фона, магнитного поля, температуры, барометрического давления и гравитации, а также наличие метеорных тел; вибрация, шум, ускорение, микроклимат кабин, длительная изоляция.

И вторая, касающиеся здоровья самого человека. Например: рассогласование биоритмов, изменение афферентации и взаимодействия анализаторов, условий гемоциркуляции, изменение тонической и фазовой мышечной активности, новая форма нагрузок на скелет, изменение режима питания (вызванное приспособлением пищеварительных желез) и суточной периодики, совместимость членов экипажа, а также перестройка регуляторной деятельности ЦНС.

Изучением всей полноты факторов, отрицательно влияющих на человека в космосе, и разработкой необходимых требований к системе обеспечения жизнедеятельности занимаются космическая медицина и космическая биология. На данный момент уже многое известно, в частности, что в условиях пониженной гравитации организм космонавтов начинает страдать от преждевременного старения. Быстрее стареет их кожа, она становится суше и тоньше; космонавты теряют часть своей мышечной и костной массы. Остаётся нерешённой проблема так называемой «космической болезни», и многие другие, в том числе отсутствие в космосе неотложной медицинской помощи. Проблемы возникают и на психологическом уровне, ведь космонавт вынужден находиться в отрыве от всего, что обеспечивает и поддерживает его психологическое здоровье. Это приводит к развитию различных психологических заболеваний, в том числе – к депрессии. Многие проблемы исследуются и их результаты внедряются в практику, что снижает уровень рисков и угроз для здоровья человека и повышается степень его защищенности, безопасности.

В настоящее время угрозы идут от наращивания вооружения, переноса военной конфронтации в космическое пространство. Мы видим, что гонка вооружений, не

прекращающаяся, пока в мире существуют хотя бы два полюса силы, привела к созданию миссий, в том числе космических, многие из которых, такие как, например, МКС, продолжают свою деятельность по сей день.

Ситуация обостряется если не с точки зрения вооружений, то с точки зрения экономики, политики, других разрушающих мировой порядок факторов. Все это порождает необходимость целостного философского осмысления проблемы безопасности как системы. Методологический системный анализ проблемы безопасности представляет собой общетеоретическую основу для исследования конкретных вопросов в конкретных науках.

Вывод: направление моей подготовки («Экология, системы жизнеобеспечения и безопасность жизнедеятельности») имеет особую значимость, поскольку связано с решением приоритетной задачи для всего мирового сообщества как в настоящее время, так и в будущем.

Список литературы:

1. Безопасность // Гражданская защита: Энциклопедия в 4-х томах. — Т. I. А—И. — М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015.

2. Заплатинский В. М. Логико-детерминантные подходы к пониманию понятия «Безопасность» // Вестник КПНУ. Выпуск 5. 2012. С. 90-98,

3. Крянев Ю. В., Моторина Л. Е., Павлова Т. П. Философские и методологические проблемы науки, техники и технологии. Аэрокосмический контекст. – М: МАИ. 2017.

Понятие онтологии в философии и информатике

Драчев Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Иванов М.А.
МАИ, Москва
drachev.den@mail.ru

Мы живём в век информационных технологий и, несмотря на текущие успехи в автоматизации процессов, современный уровень знаний требует создания более совершенных интеллектуальных систем для нашего дальнейшего развития. Любая сложная система не может существовать без базы основных понятий, на которую она может опираться для последующих выводов. Для философии и информатики такими базами стали онтологии.

Термин онтология был впервые применён Р. Гоклениусом в 1613 году. Онтология рассматривалась как раздел философии, изучающий фундаментальные начала бытия, всеобщие сущности и категории. С помощью таких категорий как материя, идеальное, пространство, время, движение, развитие и др. философия структурировала и упорядочивала существующую реальность, абстрагируясь от её многообразных конкретных проявлений.

Позднее необходимость в более развитых системах, гораздо сложнее, чем обычные базы данных, возникла и в информатике. Термин "онтология", применимо к ним, впервые был введён в 1993 году Томасом Грубером, и означал точную спецификацию концептуализации. Т.е. ясное представление некоторой области знаний в виде схемы объектов, их свойств и отношений между ними, отвлечённое от их смыслового содержания.

Онтологии не содержат конкретных определений объектов, только наборы их атрибутов. Такой подход позволяет выстраивать логические связи и связывать между собой различные области знаний и типы данных, на языке понятном машине. Таким образом, компьютер может не просто оперировать с информацией по заранее заданной схеме, но и по-настоящему логически мыслить. Это следующий шаг в развитии, позволяющий не просто упростить работу человека, но и сделать компьютер его полноценным помощником.

Уже сейчас существуют такие проекты, как Freebase, DBpedia и GeoNames успешно работающие с онтологиями и применяемые в практических разработках, например, Knowledge Graph от Google. Дальнейшее успешное развитие онтологий гарантирует скачок в развитии любой области информационных технологий:

• Создание более полных и точных баз знаний. Более того, такие системы смогут автоматически дополняться системой простым расширением базовой онтологии.

• Анализ текстов и автоматическая работа с ними, например, распознавание, устранение ошибок и дополнение с учётом смыслового контекста. Например, программы для распознавания текста, могли бы сами устранять огрехи допущенные в процессе сканирования. Также такие системы могли бы автоматически распознавать устаревшую информацию.

• Семантический поиск в Интернете. Т.е. поиск информации с учётом смыслового контекста, который подразумевает пользователь, а не только по совпадению слов.

• Обеспечение общей терминологии для различных специалистов.

• Многократное применение информационных массивов на различных стадиях проектирования и применения технических систем.

• Создание более совершенного искусственного интеллекта. В данной сфере развитие онтологии наиболее значимо, т.к. создание связей между объектами, анализ информации и понимание машиной смыслового контекста являются одними из основных задач в данной области.

Таким образом, философский термин "онтология» оказался весьма востребованным в современных компьютерных науках. Причем не только формально, но и с использованием структурно – смысловых аспектов своего философского содержания.

Авиационная промышленность накануне и в начале Великой Отечественной войны. Проблемы и достижения

Ефремова А.П.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Шкарубо С.Н.
МАИ, Москва
annae20018@gmail.ru

В 1940 году на научно-исследовательские работы было выделено 492 млн руб. и принят ряд постановлений, направленных на ускорение испытаний перспективных машин. Отныне на испытания отправлялись 3 модели опытного самолёта: одна испытывалась статистическими нагрузками, две другие — в аэротрубе. В то же время наблюдалась острая нехватка высококлассных специалистов, в связи с чем из-под стражи стали освобождать арестованных в 1937-1938 годах авиаконструкторов. Однако, несмотря на необходимость в создании самолётов военной авиации нового поколения, продолжались разработки бесперспективных самолётов и «распыление» ценных кадров в связи с репрессиями.

В конце первого дня войны была разработана программа первоочередных действий по мобилизации, включающая в себя такие пункты, как перебазирование в тыл белорусских и прибалтийских заводов, подготовка предприятий на востоке страны к возможной эвакуации основного производства, сокращения до минимума длительных опытно-конструкторских работ. Производство перешло на работу круглые сутки, а руководство было переведено на казарменное положение. Тем временем потери, которые несли ВВС на фронте, требовали форсирования выпуска самолётов и повышения их живучести. Для восполнения боевых потерь самолётостроительная промышленность привлекалась к ремонту повреждённой техники.

Тем не менее, с октября 1941 производительность упала. В ноябре было изготовлено 627 самолётов, что в 3,6 раза меньше, чем в сентябре. В декабре план был выполнен на 38,8%, а выпущено было 600 самолётов. Численность рабочих на заводах сократилась с 31,2 млн чел в 1940 до 27,3 млн в 1941.

Однако в 1942 авиапром уже располагал надежной материально-технической базой. В январе было отправлено в войска 976 машин, в феврале —822, в марте — 1532, в апреле — 1432. В мае было построено в 3,6 раза больше самолётов, чем в декабре 1941.

Правильно выбранный вектор развития помог впоследствии в ходе Сталинградской битвы с помощью ВВС завоевать господство в воздухе, поддержать сухопутные войска и блокировать окружённые силы противника, что в дальнейшем обеспечило коренной перелом в ходе Великой Отечественной войны.

Список литературы:
1. Засыпкин Ю.В., Костырченко Г.В., Кузьмин Ю.В., Остапенко Ю.А., Симонов А.А., Соболев Д.А. История отечественной авиапромышленности. Серийное самолётостроение 1910-2010 гг. 2011.
2. Шкарубо С.Н. Особенности развития научно- промышленного потенциала СССР в период Великой Отечественной войны // Bulletin Social- Economic and Humanitarian Research. 2019. N° 3 (5) С.73-81.
3. Крикун А.О., Вельможко И.Н. Московский Авиационный институт в годы военного лихолетья // в сборнике: Память о великой победе межвузовский сборник статей. М., 2016. С. 13-19.
4. Постричев В.П. История Авиационной промышленности. М., 2014.

Геймификация как способ повышения мотивации персонала на предприятиях

Зайнутдинова Э.Ф.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.
МАИ, Москва
eleonora.zaynutdinova98@gmail.com

«Относись к работе, как к игре. И тебе никогда не придется жаловаться на трудную работу». Этот тезис в современном мире постепенно приобретает мировой масштаб [4].

Геймификация является достаточно новым методом мотивации работников. Он преобразовывает рутинную работу в игровой процесс. Данный инструмент активно внедряется в передовых американских и европейских компаниях. В России всего около 6% организаций пользуются таким инструментом.

Геймификация полезна для компании и является достаточно доступной с точки зрения внедрения. В процессе игры работники способны решать задачи предприятия, не обращая на количество усилий, которые они тратят. В процессе геймификации работник нацеливается на результат, причем он искренне желает достичь успеха в своей деятельности [3]. Но при этом основной особенностью использования геймификации в рабочих процессах является то, что сотрудники, долго работающие в компании, более равнодушно относятся к современным нововведениям мотивирования персонала, чем новые сотрудники.

Российские компании и предприятия, как правило, перенимают зарубежный опыт, поэтому вполне вероятно, что в ближайшее время это новшество будет активно внедряться в России.

В одной из российских компаний была внедрена система геймификации. Внутри компании существует своя система валюты, которую можно зарабатывать и тратить.

В рамках компании было проведено исследование методом анкетного опроса [2] для выявления того, как разные категории сотрудников относятся к этому инструменту.

Выяснилось, что для сотрудников, работающих в компании долгое время (более 7 лет), геймификация не является сильным мотиватором для выполнения задач. Сотрудники среднего и старшего возраста (старше 35 лет), не настолько заинтересованы в инновационной системе мотивации, как более молодое поколение. Для первых наиболее важной является содержание работы, они не ищут путей заработка бонусов и не особо стремятся участвовать в игровой деятельности.

Более молодое поколение сотрудников, средний возраст которых составляет 18-25 лет, более увлечены подобным видом нематериальной мотивации. Подавляющее большинство из них используют любую возможность дополнительного заработка в игровом процессе. Опрос показал, что они позитивно относятся к элементам геймификации и поддерживают дальнейшее развитие этой системы.

Таким образом, геймификация является довольно своеобразным инструментом, который в России воспринимается не всеми сотрудниками, в частности, старшим поколением. Молодое поколение, напротив, становится намного более замотивированным, если в работе присутствуют какие-то игровые элементы.

Современные тенденции космической геополитики

Иванов А.И.
Научный руководитель — Григорьев А.В.
МАИ, Москва
fr.fr.fktrcfylh.1993@mail.ru

В конце 20 века процессы освоения космоса приобретают глобальный характер. Увеличивается число космических держав. Которые смотрят на космос как на ключевой пункт выстраивания структуры государственной безопасности. В начале 21 столетия околоземное пространство и космос становятся географической макросредой, содержащей огромные возможности для установления и сохранения контроля над земными пространствами. Контроль над космическим пространством означает возможность получения информации обо всем, что происходит на Земле. Околоземное пространство является не только фактором престижа, но и фактором, обеспечивающим сохранение государственного суверенитета.

Возможности контроля космическими сверхдержавами «космически неразвитых» стран огромны. Освоение космоса — это необходимый ресурс для развития информационно-технологической сети которая сможет обеспечить контроль над глобальным информационным пространством и всем, что думают, видят и чувствуют люди.

Ещё совсем недавно одним из самых существенных факторов мощи страны был ядерный потенциал. В конце двадцатого века происходит интенсивная милитаризация глобальной космической деятельности. В 1991 году в Персидском заливе впервые происходит масштабное военное применение космических технологий США. В настоящее время более 40 % космических орбитальных объектов имеют военное назначение. В 21 веке наличие космических вооружений, т. е. космических аппаратов, способных выводить оружие в космическое пространство, становится главным фактором государственной мощи в мировой политике.

В настоящее время сформировались следующие основные тренды космической геополитики: активизация борьбы за контроль над низкими орбитами; осуществление полётов за пределами околоземной орбиты; закрепление контроля на планетарных поверхностях. На наш взгляд, на современном этапе мировой политики одной из важнейших задач становится формирование нормативных ценностей космической деятельности.

Космическая философия Н. Фёдорова как эсхатологический проект

Иванов Н.А.
Научный руководитель — Григорьев А.В.
МАИ, Москва
klad.2019@rambler.ru

Философия Николая Федорова является, на наш взгляд, образцом эсхатологического учения апокатастасийного типа. Он отвергает неизбежный характер конца истории предначертанного в Апокалипсисе. По мнению Николая Федорова, события Откровения Иоанна Богослова, возможно, не наступят, если проект общего дела будет реализован. Очевидно, Федоров повлиял на движение биокосмистов, которое появилось в послевоенные годы и проповедовало достижение телесного бессмертия и покорение планетарных пространств. Его идеи проглядываются в их фантазиях о контроле космических пространств и воскрешении «прежде живших», «погибших за осуществление социального идеала».

Эсхатологический проект в космической философии Федорова совершенно не христианский. Он предполагает два этапа: теллуро-космический и гистологический. На первом этапе должно произойти собирание частичек предков со всего пространства Солнечной системы. На втором этапе предполагается их соединение. Оживление умерших людей понимается Федоровым как новое начало истории. По мысли Федорова, каждое поколение восстановит предшествующее вплоть до Адама.

Иммортализм биокосмистов и ницшеанские идеи о вечном возвращении — это учения одного порядка. Это стремление перезапустить бытие. Откровение христианства несет весть о преображении человека и преизбыточествующей жизни будущего века. Материализм же хочет увековечить человека в его поврежденном состоянии. Правда здесь остается вопрос о смысле такого апокатастасиса. Сейчас космизм считают предшественником трансгуманизма. Хотя сам Н. Ф. Федоров вряд ли бы приветствовал современную идеологию трансгуманистов. Он мечтал о восстановлении предков и космической литургии преображенной вселенной, а не о киборгизации человека.

Философско-методологический анализ особенностей жизнедеятельности в космосе

Кабардова А.Р.
Научный руководитель — профессор, к.ф.н. Моторина Л.Е.
МАИ, Москва
kabardovaar01@mail.ru

Жизнь человека в космосе очень сильно отличается от его земной жизни. В основном все неудобства обусловлены отсутствием гравитации, радиационным фоном, отличным от земного и сложностями взаимодействия людей в замкнутом пространстве в течение долгого времени.

Обеспечение нормальной жизнедеятельности человека в космическом пространстве является одной из главных философско-методологических проблем среди космических исследований в целом, поскольку исследования в этой области связаны со здоровьем космонавтов, их самочувствием, без чего невозможно решение возложенных на них задач. Данная проблема является междисциплинарной, но особое место по объему и важности исследований занимают космическая биология и космическая медицина. Их достижения уже сегодня можно продемонстрировать на ряде аспектов жизнедеятельности в космосе, где уже наблюдается практическая реализация результатов исследований в данной области. Рассмотрим некоторые из них.

В первую очередь, хотелось бы особо выделить аспект отдыха и сна в условиях невесомости. На космической станции восходы и заходы Солнца происходят 15-16 раз в сутки, что сбивает привычное расписание дня и ночи. Смена дня и ночи каждые 1,5 часа и отсутствие гравитации первое время вызывают нарушение биологических ритмов космонавтов и ухудшение их самочувствия. Чтобы выделить необходимое время для сна и упорядочить график, они придерживаются земного распорядка, с часовым поясом, соответствующим Гринвичу. У иностранцев отсеком для сна часто служит помещение без иллюминаторов. Так свет от очередного восхода не разбудит отдыхающего. Космонавты из России же преимущественно рассматривают красоты космического пространства перед тем, как лечь спать. Помимо непривычного спального места (спать приходится в спальном мешке, прикреплённом к стене) крепкому сну может помешать возникновение световых вспышек в глазах космонавтов, зафиксированных в околоземном космическом пространстве Н.Н. Рукавишниковым, во время полёта на борту космическою корабля «Союз-10». В космических аптечках всегда можно найти успокоительные и снотворные препараты, так как поначалу сложно уснуть без помощи медикаментов. Через некоторое время организм приспосабливается и привыкает к особенностям «внеземной» жизни. Средняя продолжительность крепкого сна в космосе 4-5 часа. Телу хватает времени, чтобы восстановить силы, благодаря отсутствию мышечной усталости.

Другим важным аспектом, поддерживающим нормальную жизнедеятельность человека в космическом пространстве, является создание условий для выполнения гигиенических процедур. С помощью гигиенических наборов «Комфорт», изготовленных в России, можно провести гигиенические процедуры в одном из отсеков МКС. В состав наборов входят: полотенца, шампуни и другие необходимые предметы. Влажные полотенца пригодны в течение трех дней. Чтобы влага, скопившаяся в них, поступила в переработку, после каждого

использования полотенца следует повесить возле вентиляционной решётки. В процессе чистки зубов воду нельзя просто выплюнуть: сделать это можно только в салфетку либо проглотить, так как космическая зубная паста не нанесёт вреда здоровью при попадании внутрь. Бритьё мало чем отличается от «земного», разве что лицо и бритву нужно очистить влажными салфетками, а не водой. То же и с мытьём головы, специальный шампунь легко удалить с волос при помощи сухих полотенец, не прибегая к использованию воды.

Выделенные аспекты поддержания нормальной жизнедеятельности людей в космосе показывают, с каким количеством простых бытовых ситуаций столкнулся человек на первых этапах освоения космического пространства, которые и стали предметом космической биологии и космической медицины.

В настоящее время исследуются новые проблемы, особенно связанные с длительными полётами, создаются сложные системы жизнеобеспечения, включающие в себя не только аспекты сна, гиены, питания и т. д., но и аспекты психологического здоровья, межличностной коммуникации. Это подчеркивает необходимость разработки философско-методологического основания дальнейших исследований особенностей жизнедеятельности в космосе.

Список литературы:

1. Анималов Как спят космонавты в космосе? — «Как и Почему» [электронный ресурс] https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fkipmu.ru%2Fkak-spyat-kosmonavty-v-kosmose%2F (9 июля 2019)

2. Баринова А. Личная гигиена в космосе: как и чем моются космонавты [электронный ресурс] https://mhealth.ru/life/knowledge/lichnaya-gigiena-v-kosmose-kak-i-chem-moyutsya-kosmonavty/ (28.01.2020)

3. Крянев Ю. В., Моторина Л. Е., Павлова Т. П. Философские и методологические проблемы науки, техники и технологии. Аэрокосмический контекст. М.: МАИ 2017

4. Смиренный Л. Н. Наука и жизнь, Космонавты наблюдают световые вспышки [электронный ресурс] https://www.nkj.ru/archive/articles/30338/ (1973)

Инженеры Рыбинского государственного авиационного технического университета — участники Великой Отечественной войны

Камахина М.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф.н. Сидорова И.М.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
marina_kamakhina@mail.ru

В 2020 году наша страна празднует 75-ю годовщину Победы в Великой Отечественной войне. С каждым днём с нами остаётся всё меньше ветеранов, но память о героическом подвиге наших предков должна сохраниться. Наше поколение в неоплатном долгу перед теми, кто подарил нам возможность жить, не зная горя и страданий войны.

В военное лихолетье многие преподаватели Рыбинского государственного университета были призваны на военную службу. Представители одной из самых мирных профессий – педагоги – отправились защищать свою Родину. Эти люди прошли за годы войны настоящую школу жизни, которая позволила им реалистично и достоверно донести до студентов нравственно-гражданские и военно-патриотические знания, необходимые для воспитания юных граждан и защитников своей Родины.

Ранцев Николай Васильевич — инженер АХЧ, участник Великой Отечественной войны. Он был призван Молоковским РВК, Калининская обл. С 1942 года участник боевых действий на Северо- Западном и Прибалтийском фронтах, командовал 587 взводом истребительного противотанкового артиллерийского полка Резерва Главного Командования. В боях за Советскую Родину лейтенант Ранцев проявил отвагу, мужество и стойкость. 21 ноября 1944 года в бою по прорыву обороны противника на участке Дзелмес-Шкеврели, взвод лейтенанта Ранцева огнем прямой наводкой уничтожил 4 пулемета, в траншеях и отдельных стрелковых ячейках уничтожил до 35 гитлеровцев. Николай Васильевич встретил Победу в звании

подполковника. На своей груди он гордо нёс ордена Отечественной войны и Красной Звезды, а также медали.

Аверин Виталий Павлович — учебный мастер, участник Великой Отечественной войны. Он был призван Рыбинским РВК, Ярославская обл. Поступил на службу в августе 1942 года. Участвовал в боях на Карельском фронте в качестве механика-водителя танка «КВ». Старший лейтенант, с 1943 года командир взвода танкового полка на Ленинградском и Белорусском фронтах. В боевых операциях 10 июня 1944 г. в районе посёлка Старый Белоостров Виталий Павлович, умело маневрируя своим танков на поле боя, подавил 4 землянки противника, уничтожил до 30 солдат и офицеров и форсировал реку Пасторскую, выполнив поставленную боевую задачу. Его заслуги Родина отметила орденом Отечественной войны II степени, орденом Красной Звезды и медалью «За оборону Ленинграда».

Голубев Павел Павлович — учебный мастер, участник Великой Отечественной войны. Он был призван Рыбинским РВК, Ярославская обл. Участвовал в боях с июня 1941 года. Командир отделения второго дивизиона П.П. Голубев возглавлял работу шоферов. В боях за Могилев, при форсировании Днепра 27-28 июня 1944 г., Павел Павлович своевременно доставил на огневые точки 1940 выстрелов, чем обеспечил успех боев за город. При нападении немцев на переправу через реку Свислоч 5-го июля 1944 г., он вывел без потерь 5 машин с боеприпасами. Решительный, находчивый и инициативный командир П.П. Голубев закончил военные действия старшим сержантом. Родная страна отметила доблесть и отвагу воина орденом Отечественной войны I степени, орденом Красной Звезды, медалями «За отвагу», «За боевые заслуги».

Преподавателей, учебных мастеров – фронтовиков и тех, кто трудился в тылу, вёл по жизни вечный, неугасимый огонь гражданского беспокойства, чувство ответственности за каждую жизнь. Ради этого они воевали, ради этого трудились во время войны и после, не зная отдыха и покоя. И мы пронесём вечную память и благодарность этим людям-героям через всю свою жизнь и передадим её своим детям.

«Углеродный след» — новый подход к оценке антропогенного влияния на биосферу и будущее Земли

Каратаева Е.С., Мираускайте К.Э., Блохин К.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Белова С.Б.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
elena.carataewa@yandex.ru

На рубеже XX-XXI веков человечество столкнулось с угрозами самоистребления, в том числе связанными с глобальным потеплением, которое может уничтожить не только сам вид Homo sapiens, но и разрушить всю биосферу Земли. Под глобальным потеплением понимают «долгосрочное повышение средней температуры климатической системы Земли, наблюдающееся на протяжении последних более чем ста лет, основной причиной чего является человеческая деятельность (антропогенный фактор)».

Наблюдаемые последствия глобального потепления чрезвычайно многообразны: повышение уровня моря, изменение количества и характера осадков, увеличение площади пустынь. Среди причин глобального потепления наиболее явной является изменение концентрации парниковых газов: водяного пара, углекислого газа, метана, озона и оксида азота. Их источниками является добыча и сжигание нефти, природного газа и угля, изменение ландшафта (вырубка лесов) и т.д. Исследования климата установили линейную связь между глобальным потеплением и кумулятивными выбросами углекислого газа, что вызывает необходимость ограничения будущих выбросов.

Для оценки влияния человека на глобальное потепление применяют критерий, названный «углеродным следом» — совокупность всех выбросов парниковых газов, произведённых прямо и косвенно отдельным человеком, организацией, мероприятием или продуктом. В данной работе был проанализирован персональный углеродный след, рассчитанный студентами Ступинского филиала МАИ с помощью онлайн-калькулятора сайта. Выборка

составила около 60 человек, проживающих в Ступинском городском округе. Каждый участник заполнил разделы калькулятора: дом, авиаперелеты, автомобиль, мотоцикл, автобус и поезд, вторичные расходы, такие как питание, одежда и т.д. Для этого были введены данные о расходах энергии в домохозяйстве, использовании транспорта, о питании, покупках и отдыхе. Основываясь на этих данных, калькулятор веб-сайта подсчитал приблизительный углеродный след человека за год. После этого авторы работы рассчитали выборочное среднее значение углеродного следа.

Для расчета расходов энергии в домохозяйстве были использованы значения объема услуг за электроэнергию, газоснабжение, отопление и горячую воду, указанные в счетах за жилищно-коммунальные услуги. Анализ показал, что доля энергии, приходящейся на электроснабжение, составляет менее 10%. Остальная часть – это расходы на газ, причем основную долю составляет отопление (более 60%). Выборочное среднее значение углеродного следа на домохозяйство составило 2,38 тонны диоксида углерода в год, что свидетельствует о том, что расходы газа на отопление увеличивают вклад жителей «холодных» стран в выбросы углекислого газа по сравнении с «жаркими» странами.

Анализ среднего значения углеродного следа по разделам калькулятора показал, что основная часть выбросов углерода приходится на энергию, расходуемую в домохозяйстве (около 35%). Тот факт, что углеродный след от домохозяйства больше, чем от транспорта, возможно, связан с тем, что большинство студентов Ступинского филиала МАИ используют в основном общественный транспорт, а не автомобили. Езда на автомобиле увеличивает персональный углеродный след в среднем на 3 тонны диоксида углерода. На втором месте после домохозяйства идут вторичные расходы – питание, одежда, отдых и т.д. — около 2 тонн углекислого газа, что свидетельствует о чрезмерном потреблении. Результирующее выборочное среднее значение углеродного следа в Ступинском городском округе составило около 7 тонн диоксида углерода в год.

Было проведено сопоставление полученных результатов со статистическими данными по РФ и миру. Средний углеродный след для жителя РФ составляет 11,86 тонны, среднемировой — около 5 тонн. Для борьбы с изменением климата Организация Объединенных Наций установила целевой общемировой уровень выбросов, равный 2 тонны. Для того чтобы достигнуть этого уровня в РФ и, в том числе, в Ступинском округе, необходимо значительно снизить персональный углеродный след, в частности путем отказа от благ цивилизации, что вряд ли возможно в настоящее время.

Список литературы:

1. Организация Объединённых Наций. Изменение климата. Официальный сайт ООН на Русском языке. https://www.un.org/ru/ Дата обращения 24 ноября 2019.

Деятельность почетных граждан города Рыбинска в развитии отечественного производства

Климова Е.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф.н. Сидорова И.М.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
katereen.sweetmix@yandex.ru

Звание «Почетный гражданин» города Рыбинска присваивается за заслуги людям, которые внесли свой вклад в развитие общественной и государственной деятельности и заслужили авторитет в городе.

Рыбинск — небольшой провинциальный город, в котором очень много талантливых людей, которые прославились своей изобретательностью не только в городе или области, но и во всей стране.

Один из таких деятелей — Павел Александрович Соловьёв — основоположник газотурбинного двигателестроения в СССР, конструктор авиационных двигателей. В 1938 году он окончил Рыбинский авиационный институт. Сегодня 40% отечественной гражданской авиации летает на двигателях П.А. Соловьева, также они установлены на боевых машинах.

Павел Александрович написал много научных работ в сфере проектирования и создания авиадвигателей, разработки высокотемпературных газовых турбин.

Также большой вклад в развитие отечественного производства внёс Герасимов Анатолий Алексеевич — директор Волжского механического завода. В 1961 году Анатолий Алексеевич был выпускником Рыбинского авиационного института. При А.А. Герасимове коллектив ВМЗ, который тот возглавлял, в быстрые строки освоил выпуск огромного спектра машиностроительной продукции для аэрокосмической и радиохимической отраслей, оборудования атомных станций. На оборудовании, выпускаемым предприятием, впервые в стране был проведен в наземных условиях ряд научно-исследовательских экспериментов по жизнеобеспечению человека в условиях космоса. Коллектив завода участвовал в изготовлении оборудования для запуска космических аппаратов, направляемых к комете Галлея.

Раскрывая данную тему, нельзя не сказать о Дерунове Павле Фёдоровиче, который был генеральным директором Рыбинского моторостроительного завода. В 1939 году он окончил Рыбинский авиационный институт. В 1944 году направлен на Рыбинский моторостроительный завод и назначен на должность главного инженера предприятия. Оказал существенную помощь в восстановлении производства на заводе, который был полуразрушен во время войны. Наряду с выпуском основной продукции – авиационных двигателей предприятие в эти годы массово производило дизели и снегоходы. В Рыбинске в честь П.Ф. Дерунова в 2001 году была названа площадь.

В Рыбинске немало талантливых людей, которые внесли большой вклад в развитие отечественной аэрокосмической деятельности. Эта сфера образует сложную инфраструктуру, которая обслуживает растущие потребности общества. Многие философские науки отстают в создании теоретической базы исследования аэрокосмической сферы деятельности, потому это является существенной проблемой.

П.А. Соловьев, А.А. Герасимов, П.Ф. Дерунов – почетные граждане Рыбинска, которыми гордится не только целый город, но и вся область. Не смотря на все тяготы, которые им пришлось преодолеть, в то довольно непростое время они трудились и работали, своей деятельностью они прославили город и навсегда вошли в его историю.

Проблемы и ценности молодёжи современного авиационного вуза

Козырева У.Р.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Токарева Е.М.
МАИ, Москва
u.kozyreva@yandex.ru

Гарантом успешного развития каждого предприятия авиационной отрасли и вообще любой промышленной структуры является коллектив. Начиная трудиться, человек активно включается в систему профессиональных и социально-психологических отношений конкретной организации, принимает для себя новые ценности, нормы, согласовывает свою личную позицию с целями и задачами организации. Организацией ценятся специалисты, не только получившие профессиональную подготовку, но и обладающие высокими моральными качествами. Представим себе профессионально-моральный облик инженера. Он настойчив, трудолюбив, точен, опирается в своей изобретательской деятельности на эксперимент, рационален, обладает набором технических навыков и умений.

Педагогическая практика технического вуза больше нацелена на углубленное изучение предметов, связанных с профессиональной деятельностью будущего инженера, нравственным ценностям студента в ходе обучения практически не уделяется внимания. Для решения данной проблемы вузе должна быть создана социально-гуманитарная микросреда, учитывающая современные культурные реалии и специфику будущей профессиональной деятельности. Ведь её качество обеспечивается совокупной подготовкой, в основе которой должна лежать система специальных знаний и нравственных ценностей. Работа по нравственному становлению личности будущего специалиста технической отрасли состоит в

достижении высокого уровня самоорганизации и раскрытии моральных качеств и жизненных ценностей личности.

М. Рокич выделяет терминальные и инструментальные ценности.

Покидая школу, абитуриент, уже будущий студент, сталкивается с некоторыми проблемами, такие как

• Самостоятельная работа и ответственность за её результаты;

• Необходимость устраивать свой быт и досуг;

• Ответственность за собственные просчеты;

Свобода от опеки со стороны взрослых способствует пониманию инструментальной ценности поведения для создания собственного благополучия и благополучия малого круга общения.

Формирование продолжается в вузе и происходит в результате:

• Развития отношений социального партнерства со всеми участниками образовательного процесса (как студентами, так и преподавателями);

• Предоставления обучающимся определенной свободы в выборе форм, методов, средств, источников и места обучения;

• Изучения дисциплин учебного плана (предметы гуманитарного блока достроят моральные качества будущего инженера, а естественнонаучные сформируют научное мышление и умение анализировать).

Стремительное развитие информационной среды оказывает влияние на перспективу ценностей студентов современного авиационного вуза. Одни ставят в первых рядах карьеру, деньги и безопасность, другие отдают преимущество ценностям личного благополучия, таким как здоровье, любовь, семья, образование с последующим трудоустройством.

Список литературы:

1. Музафарова Е. А. Оценка персонала в период испытательного срока // Вопросы экономики и управления. — 2018. — №5. — URL https://moluch.ru/th/5/archive/105/3707/

2. Волина, В. Методы адаптации персонала/В. Волина // Управление персоналом. — 1998. – №13.

П. А. Соловьев – выдающийся конструктор авиационных моторов

Кокарева Д.С.
Научный руководитель — Лихоманова А.А.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
ya.cokareva@yandex.ru

Страницы истории Рыбинского государственного авиационного технического университета наполнены множеством имен, непосредственно связанных с развитием авиамоторостроения СССР и России. На протяжении развития университета неоднократно изменялось название учебного заведения и его статус. Так, в 1955 году оно называлось Щербаковский вечерний авиационный технологический институт, которое через два года становится Рыбинским вечерним авиационным технологическим институтом. С 1973 года вуз носил названия Рыбинского авиационного технологического института, с 1994 года Рыбинская государственная авиационная технологическая академия. В 2002 году учебному заведению присвоено имя П. А. Соловьева. С 2011 года – «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева».

Павел Александрович Соловьев не просто выпускник авиационного института — он один из выдающихся конструкторов Советского Союза, внесший огромный вклад в развитие авиации, благодаря чему удостоен таких званий и наград, как: член-корреспондент Академии наук СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премии СССР.

П. А. Соловьев родился в Кинешемском районе (Ивановская область) в 1917 году. В 1934 году, после окончания школы, поступает в Рыбинский авиационный институт. Как пишет историк К. К. Кузнецов в книге об истории РГАТУ, Соловьев, несмотря на свою молодость,

показывал положительные результаты в учебе, хоть и «учился он [Соловьев] легко, выделяясь из студентов своей молодостью. Ведь его однокурсниками в 1934-1939 годы были бывшие военные, начальники цехов и даже директора заводов» [1, с. 16].

Развитие военной техники не обошлось без непосредственного участия П. А. Соловьева. Находясь во главе конструкторской бригады ОКБ-19, Павел Александрович внес вклад в развитие моторостроения для военной техники. Под его руководством были созданы двигатели АШ-82, АШ-82Ф, АШ-82ФН, АШ-83.

В 1948 году по указанию Сталина П. А. Соловьев назначается первым заместителем конструктора А. Швецова, а в 1953 году – главным конструктором ОКБ-19, находящимся в Перми.

Ученик Соловьева А. А. Иноземцев отмечает, что Павел Александрович являлся творческим человеком, умеющим организовать коллектив и, самое главное, мотивировать других людей: «…люди, готовые своей полной отдачей делу (…) своей верой в успех зажечь других людей, создать коллектив творческих соратников-единомышленников» [2; с. 8].

Павел Александрович Соловьев был и остается примером человека талантливого, способного на саморазвитие. Благодаря его уму и организаторским способностям, Соловьев смог правильно определить путь развития техники для военного и послевоенного периода. Сегодня можно гордиться тем, что Рыбинский государственный авиационный технический институт носит имя выдающегося конструктора.

Список литературы:

1. Кузнецов, К. К. Рыбинская государственная авиационная технологическая академия им П. А. Соловьева. Страницы истории / К. К. Кузнецов. – Рыбинск, – 2002. – 279 с.

2. Иноземцев, А. А. Вклад генерального конструктора П. А. Соловьёва в развитие авиации и авиадвигателестроения / А. А. Иноземцев // Крылья Родины. – 2017. – № 5. – С. 8-18.

Тенденции развития и проблемы постиндустриального общества

Комова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванова И.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
komovaancka@yandex.ru

Постиндустриальное общество – это новый тип общества, который сформировался первоначально в странах Западной Европы и США в кон. 60-х-нач. 70-х гг. XX века. Сейчас к постиндустриальным странам относят США, страны Евросоюза, Японию. В России проявляются некоторые черты постиндустриального общества. В литературе, посвященной анализу этого общества выделяется ряд важных особенностей: инновационный тип экономики, промышленность, основанная на высоких технологиях, развитая сфера услуг, индустрия знаний, высокий процент населения, занятый интеллектуальным трудом и в сфере услуг.

Широкое внедрение технологий оказывает серьезное воздействие на функционирование социальных институтов: машинная работа человека заменяется автоматизацией производства, расширяется социальный пакет работников, который включает безопасность, страховку, значительно изменяется роль образования, которое становится важным направлением жизнедеятельности общества: тренинги и знания рассматриваются как инструмент по продвижению по карьерной и социальной лестнице, высшие учебные заведения превращаются в интеллектуальные мозговые центры.

В постиндустриальном обществе значительно меняется система ценностей. Если чертой индустриального общества является выживание, материальное благополучие, безопасность, то черта постиндустриальных ценностей – это творчество, самовыражение. Социоэкономические факторы, которые привели к преобразованию западных индустриальных обществ, изменяют и характер ценностных приоритетов населения. Если люди старшего поколения, прошедшие личностное становление в период индустриального общества, чаще всего подчеркивают значимость материальных ценностей, то молодое

поколение больше внимания обращает на такие ценности как самовыражение, личная свобода, самореализацию, поддержание качества жизни. Одной из превалирующих тенденций является рост гедонизма.

В целом необходимо отметить, что постиндустриальное общество несет в себе много возможностей для обеспечения высокого уровня свободы личности, её всестороннего развития. Но эти возможности имеют противоречивый характер, который проявляется в появлении новых более сложных форм контроля за личностью.

В условиях глобализации основным каналом распространения информации является интернет, просторы, которого безграничны. Также имеет место высокая значимость коммуникативной культуры, возникшей под влиянием СМИ, которые в большей степени формируют ориентацию на потребление материальных благ и услуг. Именно через потребление, а не через усвоение норм морали и духовности, нравственное развитие, в этом типе общества определяется социальный статус человека. Данная тенденция составляет одно из основных направлений критики постиндустриального общества.

В постиндустриальном обществе познание реального мира в основном происходит через определенные медиа-образы: мода, виртуальные услуги. В результате у человека формируется некий культурный эталон, которому необходимо соответствовать.

Представления о космосе в античной философии

Кулик М.В.
Научный руководитель — Григорьев А.В.
МАИ, Москва
alg.v@mail.ru

В античности понятием «космос» обозначали эстетическую характеристику объективной реальности. Согласно Аэтию, впервые вселенную назвал космосом, по причине её упорядоченности, греческий мыслитель Пифагор. По словам Фалеса, вселенная это прекрасный космос, который есть творение Бога. Согласно Анаксагору космос предстает как неделимое упорядоченное единство. А Филолай утверждает, что космос составлен гармонично из безграничных, но ограничивающих элементов, и он не может утратить гармонии и благообразности. Анаксимандр отчетливо выражает мысль, что порядок и гармония космоса это не механическая, а этическая необходимость, аналогичная законам, проявляющимся в совместном проживании людей.

Платон переосмыслил досократические представления в своем учении о космосе как одушевленном и разумном существе, живом единстве существ и предметов, богов и людей. По его мнению "тело" космоса имеет душу.

В античности также существовало понимание космоса как полностью самодостаточной реальности. С этих позиций космос понимался как вечный и существующий абсолютно автономно. Такова точка зрения Гераклита. Другой тип объяснения утверждает, что причина мира заключена внутри него. Но в этом случае сами элементы космической реальности обожествляются. И, наконец, третий вариант интерпретации обнаруживает причину космоса в высшем божественном Начале, в Боге, в Демиурге. Эту позицию выразили Платон и Аристотель. По мнению Платона, от красоты космоса возможно восхождение к благости Бога Демиурга. Однако творческое действие Бога мыслится Платоном не как творение, а как устроение, как животворение мира и динамичный переход от хаоса к порядку.

В этих трех типах понимания космоса (в мнении о самобытии космоса; в обожествлении элементов Вселенной; в понимании причины космоса в действии некоего божества) в зачаточной форме присутствуют все более поздние материалистические, пантеистические и теоцентристско–детерминистские космологические теории.

Значение методологии и её критическое осмысление

Кулыгин С.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Иванов М.А.
МАИ, Москва
serega97-never@mail.ru

Значение методологии в науке трудно переоценить. Наука неотделима от приемов и способов, с помощью которых получено новое знание. Чтобы определить истинность знания, спрашивают: как оно получено и какими методами обоснованно. Появление зачатков индуктивных и дедуктивных подходов к познанию в Древней Греции, а также создание аксиоматического метода; обоснование эмпирических методов, сочетание опытно-экспериментальных приемов с математическим описанием в Новое время; использование компьютерно-цифровых технологий, мощной экспериментальной базы, математического моделирования, системно-синергетических подходов в современной науке показывает нерасторжимую связь познания и методологии в истории науки.

Схема развития методологии может быть представлена в таком виде: научное достижении – осмысление и формулировка методов его получения – применение этих методов для решения новых научных проблем – корректировка и создание новых методов в случае невозможности решить новую проблему имеющимися средствами. Этот процесс непрерывен, спиралевиден. Однако реальная практика научного познания имеет отклонения от этой схемы. Сам поиск новых методов познания является научной задачей и целью научного исследования. Осмысление методов познания, их переоценка, выработка наиболее эффективных методов в научном и техническом познании предполагают и критику как общей методологии, так и специальной.

Одним из ярких критиков научной методологии был Пол Карл Фейерабенд (1924-1994) – австрийско-американский ученый, философ и методолог науки. В своей критике он опирался на многообразный материал из истории научного познания и культуры вообще. В работе «Против методологического принуждения» (1975 г.) Фейерабенд писал о методологии как ограничителе творческих возможностей ученого, поскольку она загоняет ученого в жесткие рамки предписаний и не позволяет открыть непознанные законы природы: «…мир, который мы хотим исследовать, представляет собой в значительной степени неизвестную сущность. Поэтому мы должны держать свои глаза открытыми и не ограничивать себя заранее известными принципами и предписаниями» [1, с. 150].

Чтобы преодолеть ограничительную роль принятой методологии, Фейерабенд предлагает принцип допустимо все (anything goes), согласно которому в познании допустимы любые средства, в том числе гипотезы, которые противоречат опыту, мифы, сказки, отвергнутые идеи и теории и т. п. На основе такого методологического постулата, Фейерабенд приходит к выводу о том, что наука есть одна из форм мышления, не обязательно самая лучшая, она гораздо ближе к мифу, чем думают [1, с. 146, 450-466].

Как следует относиться к позиции Фейерабенда? Безусловно, всякая методология имеет свои границы и, может быть, неприменима к новым объектам познания. Несомненно, методология может стать стереотипом в сознании исследователя, выступать своеобразными шорами, направляющими познание по определенной колее, закрывая тем самым путь к новому. Чтобы это нивелировать, Фейерабенд предлагает anything goes. Этот принцип может быть проинтерпретирован как расширение методологии, которая включает в себя на только гносеологические регулятивы, но и аксиологические (например, эстетические факторы и т.п.) [2, 25-27]. Однако принцип anything goes применим лишь на стадии открытия – этапа познания, на котором создаются новые идеи, гипотезы, и где преобладают интуитивные средства познания. На этом этапе миф, художественный образ, аналогия, метафора, забытая гипотеза могут быть эвристической подсказкой для новой идеи. На этапе обоснования (доказательства) новой идеи, теории принцип все допустимо не подходит (или он имеет лишь психологический эффект). Нельзя эксперимент заменить мифом, наблюдение и измерение – художественным образом и т.п.

Расширительное толкование принципа anything goes приводит Фейерабенда к релятивизации различных видов человеческого познания, стиранию границ между наукой и ненаукой. Конечно, наука, мифология, религия, искусство имеют свою специфику, свои достоинства и недостатки. Однако, как средства познания — получения объективного знания о реальности — они не равноценны. Как показывает история развития человечества, именно наука в данном аспекте имеет преимущество.

Критическое осмысление методологии, таким образом, дает возможность недогматического подхода к методологии, а также проясняет специфику науки как познавательной деятельности.

Список литературы:

1. Фейерабанд П. Избранные труды по методологии науки / Пер. с англ. и нем. А. Л. Никифорова; общ. ред. и вступ. ст. И. С. Нарского. — М.: Прогресс, 1986. — 542 с.

2. Иванов М. А. О функциональной специфике ценностей в научном познании / История и философия науки в эпоху перемен: сборник научных статей / Научн. ред. и сост. И. Т. Касавина и др.: В 6 томах. Т. 6. [Электронный ресурс]. – Москва: Изд-во «Русское общество истории и философии науки», 2018. – 146 с. — Режим доступа: http://rshps.ru/books/congress2018t6.pdf (дата обращения: 14.02.20).

Страницы жизни И.В. Клокова

Максимова А.И.
Научный руководитель — Лихоманова А.А.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
anasztasiamaksimova@yandex.ru

Иван Васильевич Клоков – заместитель наркома связи, который обеспечивал связь с космическим кораблем Ю. А. Гагарина. Информация представлена из архивов поселка Сонково и МОУ «Литвиновская ООШ» Сонковского района.

Клоков родился 25 декабря 1900 г. в деревне Мочариха Сонковского района Тверской губернии в крестьянской семье. Учился в Савеловской начальной школе на территории Петровского сельского поселения. В 1910 г. приехал в Петроград и поступил в двухклассное училище. Окончил электротехническое отделение в 1918 г. Вступил в ряды коммунистической партии, когда был направлен на учебу в Ленинградский технический институт. В 1925 г. направлен в США, в Массачусетский технологический институт. 22 декабря 1933 г. Ивану Васильевичу присуждена степень бакалавра наук в области электротехники.

В годы Великой Отечественной войны, 27 июня 1942 г. по приказу замнаркома обороны И. Т. Пересыпкина, Клоков направлен в Сталинград для проведения мероприятий по обеспечению Сталинградского фронта телеграфно-телефонной связью со Ставкой Верховного Главнокомандования [1]. Сталинград горел, связи со штабом не было. Приняли решение в срочном порядке выслать оборудование. Ф. Г. Пискунов, начальник Сталинградского линейно-технического узла вспоминал: «Самолётом прислали кабель, и мы под бомбежками проложили его сюда на КП Сталинградского фронта. Со мной вместе был Иван Васильевич Клоков…» [2, с. 71-72].

В октябре 1943 г. Клокова поставили начальником Центрального научно-исследовательского института связи (ЦНИИС), а в октябре 1945 г. Ивана Васильевича назначают замнаркомом связи СССР, где он находился на службе до 1972 г. В послевоенные годы Клоков радиофицировал населенные пункты, развивал телефонную сеть. Занятый большими государственными делами, он находил время для организации почтовой связи и родного района.

Период с 1946-1967 гг. характеризовалось значительными темпами развития науки и техники в СССР, создания и внедрения концепций связи. Выдающейся научно-исследовательской работой стало создание проекта Единой Автоматизированной Сети Связи страны. Иван Васильевич внес большой вклад в развитие связи в интересах ракетных войск

стратегического назначения. По мнению маршала Советского Союза Н. В. Огаркова, он является одним из выдающихся деятелей в области связи СССР.

Одной из самых главных и ответственных задач в его жизни стало обеспечение высококачественной связью космического корабля Юрия Алексеевича Гагарина на орбиту Земли в 1961 г. С того момента Клокова уже не снималась персональная ответственность за обеспечение средствами радиосвязи каждого полёта космического корабля до 1972 г.

Заслуги Клокова отмечены орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, двумя орденами «Знак Почета» и многочисленными медалями.

Иван Васильевич прожил более 90 лет, был персональным пенсионером союзного значения и очень переживал за исчезновение своей деревни, которая была основана ещё во времена Екатерины II.

Иван Клоков – выходец из крестьянской семьи, но благодаря своей силе воли, трудолюбию возглавлял высокий государственный пост, внес огромный вклад в развитие науки, причастен к осуществлению связи с Ю. А. Гагариным. Этот человек служит прекрасным примером упорства и целеустремленности, стойкости и ответственности.

Список литературы:

1. Постановление от 18 октября 1945 г. N 2651 об утверждении т. Клокова И.В. заместителем народного комиссара связи документов [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=ESU&n=35453#0966455448664598 (Дата обращения: 08.02.2020).

2. Связь в Сталинграде в годы Великой Отечественной Войны / Сост.: Н. А. Борисова, Н. И. Лосич, О. В. Фролова и др. – СПб.: Центральный музей связи имени А. С. Попова, 2012, – 224 с.

Социологический аспект этичного потребления

Малова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Тарасова Г.Н.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
lina.sun2020@gmail.com

Объективной предпосылкой появления проблемы этичного потребления стал переход ряда стран к постиндустриальной социальной системе. Общество, пришедшее на смену индустриальному, неслучайно называют ещё и обществом потребления. Заметную роль в социальной самореализации человека в таком обществе играет количество (и качество, хотя не всегда) потребления товаров и услуг. Стремление к увеличению производства разнообразных благ всегда было присуще человеку как социальному существу, но в последнее время потребление, особенно продуктов питания, сопровождается такими явлениями, которые заслуживают обсуждения с позиции этичного потребления. В частности, это касается выбрасывания еды. Оно связано с потреблением, которое характеризуется как гедонистическое, демонстративное и расточительное. В литературе мы встречаем такие данные: «Сегодня в мире выбрасывается 1/3 всех производимых продуктов питания. При этом в развивающихся странах потери происходят на этапе производства из-за отсутствия достаточных финансовых, технологических и управленческих ресурсов, а в развитых странах — на последних звеньях цепи поставок продуктов питания. По данным Европейской комиссии, 42 % всех произведенных пищевых продуктов в Европе выбрасывается во время конечного потребления. Также – было доказано, что 2/3 от этого количества выброшенной еды можно было избежать».

Выбрасывание еды, согласно разнообразным исследованиям, имеет много негативных последствий среди них:

• Рост цен на продукты питания, которые становятся менее доступными для малообеспеченных слоев населения; причем эта тенденция может проявляться как внутри конкретной страны, так и на мировой арене;

• Нерациональное расходование семейного бюджета;

• Усиление нагрузки на природную среду.

Эти и другие негативные последствия нерационального отношения к потреблению возможно минимизировать. Для того, чтобы понять, как это сделать, необходимо знать систему ценностей, ценностных установок, которые могут способствовать или противодействовать практикам выбрасывания и (или) сохранения продуктов питания.

Например, если учитывать, что потребление как вид экономического поведения личности. Оно является действием социальным (согласно теории М. Вебера). Социальное действие имеет не только индивидуальную мотивацию человека, оно всегда так или иначе учитывает специфику социальных ожиданий среды. Эти ожидания включают в себя различные моральные ограничения, которые могут касаться как целей, так и средств их достижения.

Морально-этическое измерение имеют как преднамеренные, так и непреднамеренные последствия экономических решений или действий индивидов. Эта проблема в свое время была осмыслена известным французским ученым Э. Дюркгеймом и получила название культурного конфликта.

Можно предположить, что неэтичное потребление связано с непреднамеренными последствиями высокого уровня производства материальных благ и продуктов в постиндустриальном обществе.

Подводя итог, отметим, что этичные потребительские практики в России встречаются пока не очень часто.

Научное сообщество должно привлекать внимание к этой проблематике. Это один из способов повлиять на систему ценностей россиян, способствовать распространению этичных потребительских практик.

Список литературы:

1. Ильин В. И Общество потребления: теоретическая модель и российская реальность // Мир России. – 2005. — № 2. – С. 3 – 40

2. Д. М. Асатурян, В. Э. Ергунева Съесть или не съесть? Современная модель потребления через призму выбрасывания продуктов питания: на примере москвичей // Экономическая социология. Т. 19. – 2018. — №2. – С. 168-191

3. Шабанова М. А., Гицалова Т. А. Социально-экономические факторы развития этичного потребления в современном мире: есть ли будущее в России? // Социологические исследования. – 2015. — №3. – С. 150-160

Анализ трудоустройства выпускников бакалавриата МАИ

Малышев Д.И., Артеменко И.Д.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.
МАИ, Москва
djkyf5@rambler.ru

В жизни каждого выпускника после окончания высшего учебного заведения возникает проблема поиска работы.

Исследования, проведенные в Москве [3], а также в регионах[1], показывают, что основной трудностью при трудоустройстве является отсутствие опыта работы или его недостаточность. Поэтому многие студенты начинают работать ещё во время обучения в институте.

Особый интерес представляют выпускники бакалавриата, которые конкурируют со специалистами.

В октябре-декабре 2019 года был проведен опрос выпускников бакалавриата одной из кафедр Института № 5 Московского авиационного института. Исследование проводилось методом анкетного опроса [2] с помощью гугл-формы. В рамках исследования были опрошены 80 выпускников 2017 и 2018 годов. Среди респондентов 65% девушек и 35% молодых людей.

Большинство опрошенных не стали продолжать обучение после окончания бакалавриата (среди выпускников 2017 года – 65%, 2018 года – 80%).

Опрос показал, что многие выпускники (64%) работают по специальности, но деятельность почти половины опрошенных (48%) лишь косвенно связана со специальностью. Несмотря на то, что многие респонденты работали во время обучения в вузе, около 40% столкнулись с трудностями при трудоустройстве, связанными с отсутствием или недостаточностью опыта работы. Это обусловлено тем, что многие работодатели ожидают наличие опыта работы у выпускников не в целом, а именно по специальности.

Подавляющее большинство выпускников (80%) отметили, что у работодателей отсутствует предвзятое отношение к бакалаврам: они оценивают их так же, как и выпускников-специалистов. В наибольшей степени работодателей интересуют наличие определенных личностных качеств (47,5%), в частности, ответственность, коммуникабельность, стрессоустойчивость и мотивация к работе (41%).

При выборе места работы выпускники ориентируются, прежде всего, на уровень предполагаемого заработка (62,5%) и возможности профессионального роста (45%).

Список литературы:

1. Воловская Н.М., Плюснина Л.К., Русина А.В. Мониторинг трудоустройства выпускников в системе оценки деятельности вуза // Теория и практика общественного развития. 2014. № 19. С. 23-26.

2. Коган Е.А. Количественные методы исследований социальных процессов: учебное пособие. — М.: «ТЕЗАУРУС», 2016. — 136 с.

3. Коган Е.А. Отношение к бакалавриату студентов и выпускников-менеджеров//Высшее образование сегодня. 2017. №3. С. 64-67.

4. Коган Е.А., Семенова Т.В. Отношение будущих инженеров к работе по специальности: престижность и востребованность профессии// Перспективы науки и образования. 2018. № 2 (32). С. 70-74.

Студенческое самоуправление как фактор социализации молодёжи

Одинцов В.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванова И.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск
vlad.odin@mail.ru

Как известно, социализация играет ключевую роль в процессе становления личности. Наиболее активно процесс социализации протекает в первой половине жизни. Одной из наиболее важных фаз этого процесса являются студенческие годы. Студенчество выступает не только пассивным объектом социализации, но и активным субъектом, стремящимся к творческому и профессиональному становлению. В процесс обучения в вузе молодые люди усваивают социальный опыт, развивают способности, формируют профессиональные и социокультурные компетенции. Кроме того, студенческие годы – это время становления независимости, ответственности, самостоятельности. В это же время закладываются основы мировоззрения, развиваются навыки общественной деятельности, вырабатываются способы самореализации и самосовершенствования, общения с окружающим миром. И одним из механизмов этого процесса выступает студенческое самоуправление. Студенческое самоуправление – это форма общественной деятельности студентов, которая направлена на решение важных вопросов жизни и деятельности молодежи. Главными задачами студенческого самоуправления являются: защита прав и интересов студентов, содействие в решении образовательных, бытовых вопросов, создание условий для развития социальной ответственности студентов, сохранение и развитие традиций студенчества, содействие органам управления в организации образовательного и воспитательного процесса, а также досуга студентов. Изучению этих аспектов уделяется много внимания в научных исследованиях [1,3]. В той или иной степени, коллективная самоорганизация всегда была присуща студенческой молодежи, но она имела разный характер. Считается, что зарождение студенческого самоуправления приходится на конец XVIII века. В 1781 году в Московском университете была создана студенческая организация «Студенческое научно-

просветительское общество Собрания университетских питомцев». Во времена Александра I было образовано несколько университетов, где у студентов был высокий уровень самостоятельности и свободы в деятельности. В советский период также активно занимались развитием молодежной политики. Начиная с 40-х XX века постепенно налаживается деятельность студенческих кружков, молодежных организаций. Но в 90-е года XX века этот процесс замедлился и многие вузовские традиции были утрачены [3]. В настоящее время разработана и действует Концепция развития студенческого самоуправления Российской Федерации. В ней выделены три основных аспекта студенческого самоуправления:

1 студенческое самоуправление – это реальная форма демократии с правами, возможностями и ответственностью;

2 студенческое самоуправление – способ социально-правовой самозащиты;

3 студенческое самоуправление – условие реализации творческой активности студентов [4].

Участие студентов в студенческом самоуправления способствует выработке ряда важных социальных качеств. Такая деятельность ориентирует молодых людей в системе существующих социальных ролей, развивает индивидуальность, способность планировать свое время. В ходе обсуждения и решения проблем студенчества расширяется круг единомышленников, сверстников, увеличиваются контакты с интересными людьми, снижается риск попадания под негативное влияние. Во время общения развиваются коммуникативные и организаторские способности, повышается уровень компетентности в социальных взаимодействиях. Работа в студенческом коллективе способствует росту самооценки, эмоциональности, самостоятельности.

Однако, несмотря на преимущества студенческого самоуправления как вида деятельности в вузе, ряд исследований выделяет и существенные проблемы, а именно органы студенческого самоуправления не объединяют основную массу студентов, часто лишь формально представляя её интересы. Организацией работы со студентами занимаются подразделения вуза через привлечение актива студентов, небольшого по численности. Эти вопросы требуют внимания и дальнейшей теоретической и практической проработки.

В итоге можно отметить, что участие молодежи в деятельности органов самоуправления дает возможность получать и накапливать опыт в разнообразных социальных проектах, формирует установку на активную жизненную позицию, духовно-нравственные ценности, базирующиеся на сочетании общественных и личных интересов.

Список литературы:

1 Черникова Е. Г. Состояние студенческого самоуправления в вузе// Вестник Челябинского государственного педагогического университета, 2014, № 4 С. 165-176

2 Макарова Н. Студенческие корпорации первых российских университетов// Высшее образование в России. – 1999. — № 4, С. 39-47

3 Гребенюк Е. Н. Студенческое самоуправление как социально-педагогический феномен развития менеджмента в ВУЗе//Гуманитарные исследования, 2013. — № 1, С. 80-84

4 Концепция развития студенческого самоуправления в Российской Федерации: Официальные документы в образовании – 2005 — № 25. – С. 39-47

Системный подход к решению экологических проблем

Пагур Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Иванов М.А.
МАИ, Москва
jane.pag@mail.ru

Улучшение экологической обстановки – одна из ведущих проблем, поставленных перед человечеством в наши дни, для решения которой необходимо придерживаться системного подхода. Системный подход предполагает целостное рассмотрение поставленной проблемы, выявление её ключевых структурных элементов, их взаимосвязи, функционирования и развития. Выявление и решение отдельных задач проблемы не дает принципиального решения проблемы в целом. Применение системного подхода особенно необходимо для

рассмотрения сложных самоорганизующихся систем. Именно такими системами являются: природа – общество, окружающая природная среда и техносфера, жизнь мегаполиса и его природное окружение. Системный подход исходит из основного философского и экологического принципа "все связано со всем".

В статье рассматривается применение системного метода к экологическим проблемам города Москвы. Выделяются факторы влияния человеческой деятельности на окружающую среду и пути уменьшения негативного экологического воздействия от данного вида деятельности. Среди факторов влияния выделим:

- Воздействие на атмосферный воздух;
- Воздействие на водные объекты;
- Проблема накопления твердых коммунальных отходов (ТКО).

Основное воздействие на атмосферный воздух в черте города оказывают автомобильный транспорт и выбросы различных предприятий. Увеличение маршрутов следования общественного транспорта, его количества, а также ценовая доступность проезда помогут снизить востребованность личного автотранспорта, а, следовательно, и количество выбросов. Одновременно с этим целесообразно отдавать предпочтение автотранспорту, использующему в качестве топлива электроэнергию. Для стимуляции граждан к приобретению автомобилей данного вида предлагается ввести льготные послабления, а также увеличить количество станций зарядок электромобилей.

Воздействие на водные объекты осуществляется в основном за счет работы предприятий, очистные сооружения которых в большинстве своем устарели и не отвечают установленным нормативам качества. Решение данной проблемы, как и вопрос выбросов предприятий, усматривается в стимуляции предприятий к реконструкции и усовершенствованию систем очистки промышленных выбросов и сбросов, а также во внесении поправок в экологическое законодательство и организации госпрограмм, помогающих провести реконструкцию устаревших объектов.

С 1 января 2019 года в Москве начала действовать «Мусорная реформа», последствием которой стал рост цен за вывоз ТКО. Организация вывоза раздельно накопленных отходов по сниженным ценам побудила бы население сортировать свои отходы. Реализовать данное предложение возможно с помощью определенной пропускной системы к накопительным контейнерам, а за недобросовестное разделение отходов по категориям целесообразно вводить штрафные санкции.

Отсутствие экологического воспитания является одной из основополагающих причин неблагоприятной экологической обстановки, улучшение которой предполагает формирование у людей экологического сознания и понятия «экологическая ответственность».

Киборгизация человека для освоения космического пространства и небесных тел

Перимбаева Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Матыцин А.А.
МАИ, Москва
syderlyz@gmail.com

Космическая эра началась 4 октября 1957 года, с запуском первого искусственного спутника Земли. С тех пор технологии шагнули далеко вперёд. Было запущено множество беспилотных летательных аппаратов для изучения космоса. Однако сам человек так и не побывал дальше, чем на Луне. Это во многом связано с высокими рисками для здоровья, которые влечет за собой длительное нахождение в условиях, значительно отличающихся от земных. Радиация и низкая гравитация способны привести к фатальным последствиям. Космический корабль и модули не могут полностью оградить человека от негативных воздействий окружающей среды. Возможны ли иные варианты защиты?

Совершенствование возможностей человека происходит довольно быстро. С давних времён существует концепция человека-машины. Сейчас это уже не просто фантазия, а

технология, постепенно внедряющаяся в нашу жизнь. Замена уязвимых органов на искусственные позволит исключить негативное воздействие на человека радиации и невесомости. Увеличение физической силы космонавтов снизит затраты на оборудование. Люди смогут посетить далекие планеты, без особых проблем работать в невесомости. Это может привести к прорыву в освоении космоса.

Симбиоз технологического объекта и человека, киборг. Станет ли он космонавтом будущего? Появление киборгов связано с этическими проблемами. Существует риск утраты человеческого естества, замены сущности человека на кибернетическую, искусственно созданную. Теряющий свою биологическую и психическую идентичность человек оказывается под угрозой.

Трансгуманисты не признают опасности киборгизации, они считают, что это лишь переход на качественно новый этап эволюции. Однако любые технологические артефакты могут выходить из-под контроля или давать сбои.

Кибернетическая революция требует всестороннего философского анализа в связи с проблемой сохранения идентичности и биосоциальный природы человека.

Список литературы:

1. Столярова О. Е. Идентичность киборгов: Обзор материалов конф. «Cyborg identies» (October 21-22, 1999) // Социал. и гуманит. науки. Отеч. и зарубеж. лит. Сер. 3, Философия: РЖ. — М.: ИНИОН, 2000.

2. Clynes M.E., Nathan S.K. Cyborgs and Space // Astronautics. 1969. № 26-27(September).

Совершенствование кадрового делопроизводства на предприятии

Пляскина А.С.
МАИ, Москва
pas3198@mail.ru

Кадровое делопроизводство является важнейшей составляющей работы с персоналом в любой организации и рассматривается как инструмент регулирования трудовых правоотношений. В том случае, если документальному оформлению кадровых процедур не уделяется должное внимание, могут возникать конфликты и трудовые споры. Одним из ключевых процессов кадрового делопроизводства является оформление трудовых отношений. На изучаемом предприятии сложилась следующая проблемная ситуация: сотрудники кадрового подразделения не всегда вовремя оформляют кадровую документацию, связанную с приемом на работу: трудовые договоры, личные карточки сотрудников. Также допускаются ошибки в оформлении. Трудовой договор — это обязательный документ, наличие, содержание и порядок оформления которого регламентируется Трудовым кодексом и другими нормативно-правовыми актами. Нарушения в ведении трудового договора являются достаточно серьезными и, в свою очередь, приводят к финансовым потерям организации — штрафным санкциям во время трудовой инспекции, а также недовольству новых сотрудников, оформление которых на работу затягивается.

Исследование показало, что одной из причин сложившейся ситуации является неравномерная загруженность сотрудников. Данные, полученные методом наблюдения, говорят о том, что сотрудник, оформляющий трудовые договоры, перегружен, зачастую вынужден работать сверхурочно и переносить выполнение некоторых задач на более поздние сроки.

Анализ документов, регламентирующих работу кадрового персонала (в первую очередь, это должностные инструкции), показал, что они имеют слишком общий характер и не всегда отражают реальные обязанности сотрудников. Функции сотрудников, сфера обязанностей и ответственности четко не определены, поэтому сотрудники перекладывают обязанности друг на друга и выражают недовольство организацией трудового процесса.

Для улучшения ситуации с оформлением трудовых отношений можно рекомендовать передачу части функций кадрового делопроизводства тем сотрудникам кадрового подразделения, которые наименее загружены. Например, сотрудник, занимающийся оформлением обучения, интенсивно работает два раза в год, и его опыт и компетентность

позволяют в оставшееся время выполнять часть функций по оформлению трудовых отношений. Одной из возможных мер явилась бы также доработка должностной инструкции менеджера отдела кадров. В ней следует максимально полно и точно прописать должностные обязанности, права и зону ответственности сотрудника.

Такие меры являются юридически обоснованными, не требуют особых финансовых и временных затрат, но могут не только устранить выявленную проблемную ситуацию, но и повысить удовлетворенность трудом, улучшить социально-психологический климат на предприятии, снизить утомляемость специалистов по кадровому делопроизводству.

Исторические хроники сотрудничества между Россией и Индией

Пряжевский Р.Д., Дхиман Гаурав
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Юрченко Н.В.
МАИ, Москва
gidropress3.01@mail.ru

Сотрудничество между Индией и Россией в области науки и техники началось с подписания в 1972 году научно-технического соглашения между Индией и СССР, а ещё более укрепилось с заключением в 1987 году тогдашним премьер-министром Индии и генеральным секретарем Коммунистической партии Советского Союза комплексной долгосрочной программы (ИЛТП) научного сотрудничества на высшем государственном уровне. Учитывая, что Россия является правопреемницей СССР, ИЛТП была названа Индо-российской программой Объединенным советом ИЛТП на его 5-й сессии, состоявшейся в Москве в 1992 году. Новое соглашение о науке и технике между Индией и Россией было заключено в 1994 году в Москве. В декабре 2002 года правительства двух стран заключили протокол об охране и использовании интеллектуальной собственности, являющийся результатом двустороннего научного сотрудничества.

И Индия, и Россия предпринимают согласованные усилия по укреплению, расширению и углублению сотрудничества в этой важной сфере. Для руководства Научно-техническим сотрудничеством между двумя странами была создана Индо-российская рабочая группа по науке и технике, которая стала одной из основных рабочих групп при Индо-российской межправительственной комиссии (МПК). На основе оценки и анализа существующих механизмов были разработаны новые программы содействия сотрудничеству в области фундаментальных и прикладных исследований и коммерциализации результатов таких исследований. Проверенные временем связи между Индией и Россией привели к научно-техническому сотрудничеству в самых разных областях.

Фундаментальные исследования развивают научный потенциал Исследование, направленное на разработку продуктов, является обязательным, поскольку оно будет генерировать прибыль, которая в свою очередь может быть использована для будущих исследований.

В 21 веке новые смелые инициативы могут помочь Индии и России объединить силы друг друга для обеспечения технологического экономического роста, с целью поддержания высокого конкурентного в современном многополярном технологичном мире.

Сотрудничество между Индией и Россией может быть ещё более углублено за счет активного сотрудничества между научными институтами для проведения совместных НИОКР по разработке и производству продукции, способной конкурировать на мировом рынке. Например, в настоящее время на рынке бытовой электроники полностью доминируют корейские, американские и китайские группы. Многие из этих транснациональных групп имеют исследовательские центры в Индии и России. В настоящее время наши талантливые инженеры генерируют прибыль для американских, корейских и многих других транснациональных групп. Поддерживаемое государством сотрудничество по разработке конечных продуктов может в долгосрочной перспективе помочь Индии и России развивать потребительские товары, способные конкурировать на международном уровне. Такое сотрудничество может быть очень успешным, поскольку результаты проводимых исследований будут создавать добавленную стоимость внутри вышеупомянутых что приведет к развитию внутренних рынков потребления обеих стран.

Теоремы о неполноте К. Гёделя и их философский смысл и значение

Самойлов К.К.
Научный руководитель — к.ф.н. Шевцов А.В.
МАИ, Москва
kreisnews@gmail.com

Древнегреческая философия уже стремилась построить знание о мире на основе доказательности и доказуемости высказанных предположений. Например, Аристотель применял для этого логическое учение, а его учение о силлогизме было попыткой построить универсальный язык, синтаксис которого стал бы алгоритмом доказательства в получении нового знания и проверки, подтверждения истинности уже полученного знания. С Аристотеля видели в математике образец однозначности и доказательного языка и синтаксиса этого языка. Об этом говорил и Лейбниц. В конце XIX – начале XX вв. на стыке философии и математики произошли качественные изменения, немецкий философ, логик и математик Готлоб Фреге написал работу «Запись в понятиях» и разработал логическое учение о кванторах. Русский логик Николай Александрович Васильев в начале XX в. создал свою «воображаемую» логику – образец будущих многозначных логик.

В одном из немецких научных журналов в 1931 г. появилась сравнительно небольшая статья Курта Гёделя, австрийского математика, с названием «О формально неразрешимых предложениях Principia Mathematica и родственных систем». Работа Гёделя сыграла решающую роль в истории логики и математики. В оригинальной записи Гёделя она звучала так:

«Общий вывод о существовании неразрешимых пропозиций заключается в следующем: Для каждого ω-согласованного рекурсивного класса k ФОРМУЛ существуют рекурсивные знаки r такие, что ни (v Genr), ни ¬(v Genr) не принадлежат Flg (k) (где v есть свободная переменная r)».

Список литературы:

1. Ньюмен Дж.Р. Теорема Геделя. – М.: Красанд, 2010.
2. Сморинский К. Теоремы о неполноте. Наука, М., 1983.
3. Успенский В.А. Теорема Геделя о неполноте. – М.: Наука, 1982.
4. Шевцов А. В. Классические и неклассические логики в историко-философском аспекте: основные принципы и понятия / Учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2020.

Философия коммуникативного действия Ю. Хабермаса (дискурса и роста компетенций) и её актуальность в инженерной практике

Сергеев А.О.
Научный руководитель — к.ф.н. Шевцов А.В.
МАИ, Москва
29_1000@mail.ru

Юрген Хабермас (род. 1929), немецкий философ, один из наиболее ярких представителей «Франкфуртской школы». Ученик Э. Ротакера, М. Хоркхаймера, Т. Адорно. С 1971 по 1980 Хабермас был директором Института Макса Планка (в Штарнберге), занимаясь там исследованиями условий жизни научно-технического мира. Основные сочинения Хабермаса: «Структурное изменение общественности» (1962), «Познание и интерес» (1968), «Техника и наука как идеология» (1968), «Теория общества или социальная технология» (совм. с Никласом Луманом, 1971), «Теория коммуникативного действия» (в 2 томах, 1981), «Философский дискурс о модерне» (1985), ряд работ по теории коммуникации и концепции дискурса.

В книге «Познание и интерес» Хабермас писал о модели критического диалога, с помощью которой надеялся заново осмыслить притязания трансцендентальной философии, увязав эту философию с инструментарием социальных наук. Идея Хабермаса состоит в том,

что правила речевого действия могут стать темой разговора, дискуссии, одним словом, дискурса. Дискурс обеспечивает коммуникативную компетентность [5, с. 43-63]. Дискурсом является не любой диалог, а достигший известной стадия зрелости. Для характеристики этой стадии Хабермас использует термин Mündigkeit (совершеннолетие, нем.). Это рецепция темы Канта по статье «Что такое Просвещение?». Дискурсом является тот диалог, который покинул стадию недостаточного совершенства, инфантильности (т.е. детскости в рационально-лингвистическом смысле). Только в том случае, когда участники диалога выработали совместное и действенное общее мнение, – налицо дискурс. Темой дискурса являются правила речевых актов (прагматические универсалии), которые в свою очередь конституируют правила поступков и предметных действий. Дискурс в идеале – это образец, модель выработки коммуникативной компетенции. Так, «компетенции», слову, употребляемому Хабермасом в качестве философского понятия, соответствуют знания, владения, причем знания скорее технического характера, в смысле знания навыков [2, с. 220]. Хабермас полагает, что в стремлении опрокинуть идеалы Просвещения (модерна) постмодернисты делают принципиальную ошибку, а именно они удовлетворяются взаимодействием самопроизвольных, неразумно контролируемых интересов с когнитивными (мыслительной сферы), эстетически-экспрессивными и морально-практическими интересами. Поэтому Хабермас под «дискурсом» понимал и ясность изложения, и грамматические правила, и фиксацию в логике речи промежуточных результатов [2, с. 223]. Отсюда по Хабермасу, тема дискурса оптимальным образом раскрывается в понятии «учебного процесса» как «развивающейся рациональности» [7, S. 378].

Таким образом, Юрген Хабермас в своей философии говорил на современном языке и о современных проблемах. Он видел противоречия между промышленным производством, рыночными технологиями, проблемами отчуждения человека друг от друга в процессе возникновения и развития информационных технологий и попытался «примирить», сгладить возникающие кризисные ситуации, прежде всего обновив описание человеческого взаимодействия, общения. Так и философский дискурс должен обновляться, следуя и даже опережая развитие общества. То есть, философия должна говорить о будущем, пользуясь соответствующим языком, хотя конечно, вся богатая многовековая история философии, плоды цивилизации, делают её язык и стили мышления консервативными, что конечно же извинительно философии, учитывая её прошлые заслуги. Вместе с тем, это есть диалектический путь развития философского дискурса: сочетание традиционного языка и современных стилей общения (коммуникации).

Список литературы:

1. Луман Н. Социальные системы. Очерк общей теории. СПб., 2007.

2. Шевцов А. В. Классические и неклассические логики в историко-философском аспекте: основные принципы и понятия / Учебное пособие. – М.: Инфра-М. 2020. С. 215-224. – 259 с.

3. Шевцов А. В. Об аргументе неустранимости [Куайна-Патнэма] в теории коммуникации цифровой реальности как редукции проблемы сознания // Философское образование. №1(37). 2018. С. 153-163.

4. Хабермас Ю. От картин мира к жизненному миру // Habermas J. Von den Weltbildern zur Lebenswelt / пер. с нем. Дагмар Мироновой М., 2011.

5. Хабермас Ю. Теория коммуникативного действия // Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. – 1993. №4. С. 43-63.

6. Хабермас Ю. Философский дискурс о модерне. Двеннадцать лекций. М., 2008.

7. Figal G. Jürgen Habermas // Hügli A., Lübcke P. Philosophie im 20. Jahrhundert. Hamburg, 2002.

Философия искусственного интеллекта

Торшина Д.Д., Федотов А.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Матыцин А.А.
МАИ, Москва
torshina16@gmail.com

Искусственный интеллект, ИскИн, ИИ, AI, — думающая машина, обладающая самосознанием, умеющая решать любые задачи, выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека. Это— раздел информатики, изучающий возможность обеспечения разумных рассуждений и действий с помощью вычислительных систем и иных искусственных устройств. Искусственный интеллект — очень молодая область исследований, старт которой был дан американским Информатиком Джоном Маккарти в 1956 году.

В связи с целенаправленным развитием сферы искусственного интеллекта в настоящее время изучение философских вопросов с этой темой является крайне важной задачей для человечества. С его развитием появляется всё больше этических задач:

- Изучить понятие ИИ
- Изучить способы разработки ИИ
- Определить возможные проблемы будущего ИИ
- Поставить философские задачи, основанные на проблемах ИИ
- Рассмотреть возможные решения мысленных экспериментов

В данной работе рассматриваются принципы разработки и изучаются задачи на примере философского размышления, мысленных экспериментов таких как: “Китайская комната”, “Тест Тьюринга”, “Проблема вагонетки”. Рассматриваются возможные решения этих мысленных экспериментов. Перспективны развития ИИ и возможные проблемы, с которыми люди неминуемо столкнуться при использовании новых разработок в данной сфере.

Что же считают интеллектом? Существуют разные точки зрения на этот вопрос. Аналитический подход предполагает анализ высшей нервной деятельности человека до низшего, неделимого уровня и последующее воспроизведение этих функций. Некоторые специалисты за интеллект принимают способность рационального, мотивированного выбора, в условиях недостатка информации. То есть интеллектуальной просто считается та программа деятельности, которая сможет выбрать из определенного множества альтернатив, например, куда идти в случае «налево пойдёшь …», «направо пойдёшь …», «прямо пойдёшь…» подход.

Наука «о создании искусственного разума» не могла не привлечь внимание философов. С появлением первых интеллектуальных систем были затронуты фундаментальные вопросы о человеке и знании, а отчасти о мироустройстве. С одной стороны, они неразрывно связаны с этой наукой, а с другой — привносят в неё некоторый хаос. Среди исследователей ИИ до сих пор не существует какой-либо доминирующей точки зрения на критерии интеллектуальности, систематизацию решаемых целей и задач, нет даже строгого определения науки.

Может ли машина мыслить? Эта этическая проблема подтолкнула исследователей к созданию науки о моделировании человеческого разума, был поставлен Аланом Тьюрингом в 1950 году. Две основных точки зрения на этот вопрос носят названия гипотез сильного и слабого искусственного интеллекта.

В связи с большим интересом в сфере искусственного интеллекта рассмотрение философской стороны этого вопроса также является важной частью развития этой темы в мире и перспективным направлением, которому следует уделять больше внимание.

Список литературы:

1. Шихов Е. Варианты реализации искусственного интеллекта [Электронный ресурс]: http://neural.narod.ru/Main.htm (дата обращения 13.02.20 г.).
2. Квасный Р. Искусственный интеллект [Электронный ресурс] http://edutext.net/referaty/iskusstvennyj-intelekt/8/ (дата обращения 12.02.20 г.).
3. Книга Разума. Искусственный интеллект [Электронный ресурс] https://knigarazuma.ru/article/iskusstvennyy_intellekt/ (дата обращения 13.02.20 г.).

4. Философия Искусственного Интеллекта. Википедия [Электронный ресурс]: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%BE%D1%84%D0%B8%D1%8F_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0 (дата обращения 15.02.20 г.).

Жизненные планы студентов авиационного ВУЗа

Филатова Т.В.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.
МАИ, Химки
bani.99@mail.ru

Жизненные планы студентов представляют большой интерес в контексте понимания ценностей и мотивов поведения представителей молодого поколения.

Жизненный план включает в себя не только конечный результат, но и способы его достижения, путь, которым человек намерен следовать, и те объективные и субъективные ресурсы, которые ему для этого понадобятся. В отличие от мечты, которая может быть как активной, так и созерцательной, жизненный план – это план деятельности, определяемый человеком совокупностью и последовательностью целей.

Для того чтобы определить жизненные планы студентов инженерных специальностей был проведен анкетный опрос [1].

В рамках исследования были опрошены 200 студентов Московского авиационного института, обучающихся на технических факультетах. Возраст респондентов составил от 17 до 27 лет, преимущественно старшие курсы бакалавра. Среди респондентов преобладают мужчины – 72%, доля девушек составила 28%. Менее половины (44%) совмещают обучение в вузе и работу.

Опрос позволил сделать следующие выводы:

• Более половины опрошенных студентов (56%) согласны продолжать обучение в магистратуре и половина из них желает обучаться по той же специальности сразу после окончания нынешнего (бакалавр\специалист), однако есть и те (19%), кто продолжит обучение только при необходимости, для карьерного роста.

• Большинство студентов (76%) стремится в будущем трудоустроиться по специальности (в авиационной отрасли — 23%, в коммерческой компании — 34%). Подобные результаты были получены в ходе исследования студентов МАИ в 2017 году [2].

Тем не менее, в случае неудачного исхода, они планируют искать работу по смежной специальности (60%) или не по специальности вовсе (23%). Более 70% опрошенных готовы переехать за границу по работе, из них 41% на постоянное место жительства. Большинство опрошенных в будущем видят себя квалифицированным специалистом (31%), экспертом в своей области (19%), а также руководителем собственного бизнеса (16%).

• Больше половины респондентов (59%) считают наиболее важным в жизни создание благополучной семьи. Отмечается необходимость достижения жизненного комфорта (42%) и высокой материальной обеспеченности (41%). Особое значение придаётся наличию хороших и надежных друзей (40%), саморазвитию (29%) и независимости (25%). Предпочтение отдается интересной и творческой работе (31%), нежели стабильной (24%).

На формирование жизненных целей наиболее существенным образом повлияли родители (30%), друзья (21%), интернет (16%) и преподаватели (7%).

Подводя итог, можно сказать, что наиболее важным в жизни студентов является создание благополучной семьи, необходимость высокой материальной обеспеченности и жизненного комфорта для саморазвития, что как следствие толкает их на поиск интересной и творческой работы и постепенное развитие карьеры.

Список литературы:

1. Коган Е.А. Количественные методы исследований социальных процессов: учебное пособие. — М.: «ТЕЗАУРУС», 2016. — 136 с.

2. Коган Е.А., Семенова Т.В. Отношение будущих инженеров к работе по специальности: престижность и востребованность профессии// Перспективы науки и образования. 2018. № 2 (32). С. 70-74.
3. Кочнева Л.В., Пономарева Д.И. Исследование карьерных предпочтений как условие развития профессионального самосознания студентов технических и гуманитарных факультетов вузов//Инициативы XXI века. 2018. № 3-4. С. 74-76.

Сравнительный социологический анализ результатов научной деятельности российских и зарубежных космонавтов

Ходыкин А.В.
Научный руководитель — профессор, д.соц.н. Звоновский В.Б.
СГЭУ, Самара
khodykin8@gmail.com

Одной из целей работы космонавтов на орбите является проведение научных исследований, что требует от космонавтов способностей к научной деятельности. Поэтому мы решили проанализировать данные из открытых источников и выяснить результаты научной деятельности российских (к ним добавлены все советские космонавты) и зарубежных космонавтов, имеющих опыт космического полёта.

На 1 августа 2019 года в космосе побывало 563 человека. Из них 122 россиянина (или представителя СССР) и 441 зарубежный космонавт. Для анализа данных о российских космонавтах главными источниками стали сайты: http://astronaut.ru, http://anik1982space.narod.ru, http://epizodsspace.airbase.ru, https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_космонавтов_СССР_и_России_—_участников_космических_полётов. Данные об иностранных космонавтах/астронавтах получены с сайтов http://www.spacefacts.de, http://astronaut.ru. Методом социологического анализа документов нами исследованы материалы этих сайтов и получены следующие результаты относительно научной продуктивности российских и зарубежных космонавтов.

Показателем научной продуктивности является наличие учёной степени. Среди всех совершивших полёт российских космонавтов 48 человек (39,3%) имеют учёную степень. Из них 22 человека (18,0% от всех слетавших российских космонавтов) защитили докторские диссертации. Среди российских (советских) космонавтов имеется 13 докторов (27,1% от имеющих научные степени космонавтов и далее все процентные показатели в этом предложении взяты от числа слетавших космонавтов, имеющих научные степени) и 20 кандидатов (41,7%) технических наук, 4 доктора (8,3%) и 1 кандидат (2,1%) медицинских наук, 3 доктора (6,2%) и 1 кандидат (2,1%) военных наук, 1 доктор (2,1%) и 1 кандидат (2,1%) физико-математических наук, 1 доктор (2,1%) юридических наук, 2 кандидата (4,1%) экономических наук и 1 кандидат (2,1%) психологических наук.

Другой важный показатель научной продуктивности космонавта – наличие у него научных публикаций или патентов на изобретения. Научные публикации есть у 56 слетавших российских космонавтов (45,9%), патенты на изобретения имеют 16 человек (13,1%), что говорит о достаточно высоком научном потенциале российских покорителей космоса.

Что касается зарубежных космонавтов, то нами выявлено, что 154 из них (34,9%) имеют докторскую научную степень (Ph.D) и другие научные степени. Этот показатель у астронавтов чуть ниже по сравнению с долей имеющих степень российских космонавтов (39,3%). 27 космонавтов (6,1%) имеют патенты на изобретения (против 13,1% у российских космонавтов). Научные публикации имеет 181 космонавт (41,0%). У российских космонавтов этот показатель 45,9%. Таким образом, у зарубежных космонавтов показатели научной эффективности в процентном выражении несколько ниже, чем у российских коллег.

Мы можем констатировать, что как российские, так и зарубежные космонавты имеют довольно высокие показатели научной продуктивности, что позволяет им успешно и осмысленно заниматься научной деятельностью в соответствии с программами полётов. Опыт выполняемой в рамках профессиональной деятельности научной работы позволил многим как

российским, так и зарубежным космонавтам успешно реализовать себя на научном поприще после завершении профессиональной карьеры космонавта.

Список литературы:

1. Космическая энциклопедия. [Электронный ресурс]. URL: http://astronaut.ru (дата обращения 13.01.2020).

2. Пилотируемая космонавтика (статистика). [Электронный ресурс]. URL: http://anik1982space.narod.ru (дата обращения 13.01.2020).

3. Новости космонавтики. [Электронный ресурс]. URL: http://epizodsspace.airbase.ru (дата обращения 13.01.2020).

4. Список космонавтов СССР и России (статья в Википедии). [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_космонавтов_СССР_и_России_—_участников_космических_полётов (дата обращения 13.01.2020).

5. Spacefacts: Discover the world of astronauts and cosmonauts. [Электронный ресурс]. URL: http://www.spacefacts.de (дата обращения 13.01.2020).

6. Иванова Л.В. Институционализация сообщества космонавтов: автореф. дис. … канд. соц. наук: 22.00.04: защищена 15.11.2012 / Л.В. Иванова. – М.: 2012. – 26 с.

7. Иванова Л.В. Модель, структура, особенности и перспективы развития сообщества космонавтов // Пилотируемые полёты в космос. – №1(6). 2013. – С. 88-92.

Роль дисциплины Философия в социализации студенческой молодежи (на примере Московского авиационного института)

Чавкина А.Ш.

Научный руководитель — к.ф.н. Сухно А.А.

МАИ, Москва

an.deydara@yandex.ru

Непрерывная модернизация высшего образования, частые смены федеральных государственных образовательных стандартов (далее – ФГОС) определили существование компетентностного подхода как доминирующего сегодня в большинстве российских вузов [2].

В настоящее время мы наблюдаем существование трех типов компетенций, овладение которыми является необходимым требованием к выпускнику-бакалавру: общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных [1]. Эти компетенции работают на повышение качества высшего образования, их выработка у выпускников является критерием успешного овладения специальностью. Особое внимание следует уделить существующим общекультурным компетенциям выпускников, поскольку именно эти компетенции закладываются в основу развития необходимых навыков всех молодых людей, получающих высшее образование через усвоение базовых дисциплин: безопасности жизнедеятельности, иностранного языка, истории и философии.

Социализация студенческой молодежи как непрерывный и комплексный процесс, в который включены студенты в ходе получения высшего образования, включает в себя усвоение ценностей и норм.

Дисциплина «Философия» нацелена не только на раскрытие студентам базовых принципов и приемов философского познания, она закладывает необходимые навыки для успешного входа в социум, способствует повышению культуры мышления, умению логично формулировать, излагать и аргументировано отстаивать собственное видение проблем и способов их разрешения. Помимо этого, дисциплина «Философия» также определят способность использовать основы философских знаний в осознании социальной значимости своей профессиональной деятельности и, следовательно, способствует успешной социализации студенческой молодежи в ходе учебного процесса.

Ввиду актуальности проведения мониторинга в области высшего образования, а также низкой степени разработанности проблемы влияния дисциплины «Философия» на социализацию студентов в ходе учебного процесса, был проведен авторский социологический опрос студентов Московского авиационного института.

Цель исследования – определить степень влияния дисциплины «Философия» на социализацию студенческой молодежи Московского авиационного института.

Объектом исследования выступили студенты Московского авиационного института, прослушавшие курс и успешно сдавшие экзамен по дисциплине «Философия» (52 респондента: 61,5% мужчин, 38,5% женщин).

Среди направлений подготовки, по которым обучаются респонденты, доминирующими стали «Программная инженерия» (22,9%), «Управление персоналом» (12,5%) и «Экономика» (10,4%).

Самооценка усвоения материала по дисциплине «Философия» наиболее высокая в сравнении с другими дисциплинами базовой части (безопасностью жизнедеятельности, историей и иностранным языком): «очень хорошо» отметили 34,6% респондентов, «очень плохо» — 7,6%. Более половины опрошенных (51,9%) отметили, что основные проблемы, понятия и концепции философии как научной дисциплины были усвоены ими в полном объеме. Частично материал усвоили 44,2% опрошенных, и лишь 3,8% респондентов отметили слабое усвоение материала.

В абсолютном большинстве случаев респонденты отметили высокую значимость дисциплины «Философия» развитии у них следующих качеств: абстрактное мышление (76,9%), оригинальность мышления (57,7%), системность рассуждений (75%), последовательность рассуждений (84,6%). Та же ситуация наблюдается при распределении ответов на вопрос о развитии коммуникативных навыков с помощью дисциплины «Философия»: 80,8% опрошенных отметили, что этот предмет положительно повлиял на развитие их коммуникативных навыков, 15,4% отметили, что философия не влияет на их коммуникативные навыки, 3,8% затруднились ответить.

Помимо этого, дисциплина «Философия» помогает логично формулировать, излагать и отстаивать собственное видение проблем и способов их разрешения (86,5%) и формировать собственную мировоззренческую позицию (73,1%).

Практически поровну разделились ответы респондентов в вопросе осознания общественной полезности будущей профессии с помощью дисциплины «Философия»: ответ «да» выбрали 30,8% опрошенных, ответ «нет» — 34,6%, затруднились ответить 34,6%.

Таким образом, опираясь на полученные данные социологического опроса, отметим, что цели и задачи дисциплины «Философия» по заданным критериям в Московском авиационном институте отвечают всем требованиям, заявленным во ФГОСах, тем самым способствуя успешной социализации студентов в ходе учебного процесса.

Список литературы:

1. Аннотация рабочих программ дисциплин. Направление подготовки 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей». [Электронный ресурс]. URL: https://spbguga.ru/files/Sved_ob_obraz_organ/Obrazovanie/Annotatsii/AN_TOLAAD.pdf (дата обращения: 12.02.2020).

2. Бершадская М.Д., Серова А.В., Чепуренко А.Ю., Зима Е.А. Компетентностный подход к оценке образовательных результатов: опыт российского социологического образования // Высшее образование в России. 2019. №2. С. 39.

К вопросу оттока кадров гражданской авиации

Чернышева Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Суркова Е.В.
МАИ, Москва
chernysheva.ekaterina2014@yandex.ru

Актуальной проблемой в отечественной гражданской авиации является нехватка пилотов. Тотальный дефицит квалифицированных кадров – серьезное препятствие в развитии данной отрасли. Каковы же причины данной проблемы?

Ни для кого не секрет, что недостаток лётчиков испытывают практически все средние и мелкие авиакомпании. Но главная проблема даже не в дефиците кадров, а в уровне их

квалификации. Таким образом, проблема нехватки летного состава носит не столько количественный, сколько качественный характер. Рассмотрим перечень негативных факторов.

Одним из основных факторов кадровых проблем является отсталая система профильного образования.

В первую очередь проблему создала сама Росавиация, начав фактически уничтожать частные учебные заведения, осуществляющие подготовку коммерческих пилотов. Выяснилось, что некоторые учебные центры не давали полную программу налета, приписывая часы, а сама подготовка была некачественной. В результате на пассажирских воздушных лайнерах оказались непрофессиональные пилоты.

Обучение пилотов происходит на отечественных самолётах (Як, Ан), что не позволяет выпускникам после окончания учебы сразу сесть за штурвал иностранных авиалайнеров, которые, составляют 70% флота авиакомпаний. Из-за этого приходится переучивать пилота с системы российских стандартов на абсолютно другую. [1]

Безнадежность в российской гражданской авиации происходит из-за того, что такая ситуация с кадрами законсервирована на годы вперед: закрытие множества авиашкол привело к тому, что летные отряды не получают пополнения, а оставшиеся пилоты вынуждены работать на износ.

Другим не менее значимым фактором является отток специалистов за рубеж.

Ситуация с лётчиками усугубляется оттоком и нехваткой кадров. Эта проблема актуальна для многих развитых стран, в том числе и для России. Кстати, американцы не скрывают информацию о дефиците лётного состава. За последние годы он увеличился до 1,5-2 тысячи человек. При этом численность авиакрыла Соединённых Штатов достигает 10 тысяч самолётов различного типа. [2]

Данное явление вызвано ненадлежащими условиями труда и его оплаты.

Положение в отрасли не просто плохое. Оно безнадежное: гражданская авиация в России уже даже сейчас превратилась в отстойник летных кадров, профессионализм которых под вопросом. Все профессионалы либо уже нашли работу за рубежом, либо сделают это в ближайшие годы. [3]

Рабочие места экипажей воздушных судов относятся к таким, для которых требуется особая оценка труда. Вследствие этого Министерством труда России разрабатывается приказ, который должен вредность на таких местах значительно увеличить, что впоследствии приведет и к увеличению социальных гарантий для своих сотрудников со стороны авиакомпаний. Однако по мнению авиакомпаний данный приказ приведет только к увеличению их затрат, что естественно ляжет на плечи пассажиров авиакомпаний. Профсоюзы также опасаются принятия этого приказа в том виде, в котором он находится сегодня, так как это может привести к ухудшению условий труда экипажей воздушных судов. [4]

Другой причиной оттока специалистов за рубеж является заработная плата пилотов.

Можно констатировать, что в современной России отсутствует эффективная государственная политика в области оплаты труда. Роль и влияние российских профсоюзов незначительны в отличие от западных, и они не могут в достаточной степени обеспечить интересы наемных рабочих в отстаивании требований по заработной плате. В то же время менеджмент абсолютного большинства российских предприятий проводит политику низких ставок заработной платы, рассматривая её в качестве одного из основных конкурентных преимуществ. В результате в современной Российской Федерации сложилась экономическая система, в которой состояние макроэкономического равновесия достигается при установлении величины заработной платы ниже равновесного уровня. [5]

Многие руководители ошибочно полагают, что люди всегда будут работать больше, если у них имеется возможность в получении большего заработка. Считается, что мотивация – простой вопрос, сводящийся к предложению соответствующих денежных вознаграждений в обмен за прилагаемые усилия. Однако мотивация является результатом сложной совокупности потребностей, которые постоянно меняются.

Положение на воздушном транспорте осложняется ещё и тем, что большинство управленческих решений последних лет страдают от того, что носят сугубо экономический, а порой и технократический подход к решению проблемы. [6]

Список литературы:

1. https://news.rambler.ru (Три фактора краха гражданской авиации в России)
2. https://news.myseldon.com (Россия страдает от нехватки опытных пилотов)
3. https://news.rambler.ru (Почему пилоты не верят в будущее российской авиации)
4. СОУТ летного состава авиакомпаний: лётчиков, пилотов, бортпроводников
5. Теория и практика начисления заработной платы в современных условиях/ Суркова Е.В., Кадыкова А.А., Кузнецов А.Г., и др. //Экономика и предпринимательство
6. www.studopedia.ru (Мотивация и стимулирование авиационного персонала)

Успех в представлениях студентов технических факультетов МАИ

Чухненко А.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.
МАИ, Москва
alchuu@mail.ru

Быть успешным хочет практически каждый человек. Высказывания успешных людей разбирают на цитаты, о них снимают фильмы, пишут книги и каждый из нас втайне мечтает оказаться на их месте. Но кто же такой успешный человек? Что вкладывается в это понятие? Какие критерии успешности выделяет молодое поколение?

В октябре-декабре 2019 года было проведено исследование среди студентов МАИ технических факультетов с целью выявить, что современная молодежь вкладывает в понятие «успешность» и каковы критерии успешного человека. Исследование было проведено методом неоконченных предложений [4]. В рамках данного исследования студентам было предложено завершить предложение, которое начиналось со слов: «успешный человек – это тот, кто…».

В исследовании приняли участие 150 человек. Контент-анализ высказываний студентов показал, что лидирующим критерием успешности является способность ставить и добиваться своих целей – именно эти слова наиболее часто встречались в ответах респондентов (34,6%).

Ещё одним часто встречающимся ответом было то, что успешный человек счастлив и находится в гармонии с собой (15,4%). Немного меньше (13,5%) считают, что успешность связана с тем, чтобы найти свое дело, свою сферу деятельности, заниматься им и приносить пользу обществу.

Также среди респондентов оказалась часть студентов (11,5%), которые описали успешного человека, как человека с высоким материальным положением. Среди наименее популярных ответов были следующие: успешный человек — это тот, кто всего добился сам (3,8%); успешный человек живет и делает только так, как ему хочется (3,8%); это тот, кто всегда находится в движении, никогда не останавливается (3,8%); тот, кто: доволен собой, уверен в себе (1,9%); совмещает в себе разные личностные качества (1,9%); думает о будущем, живет настоящим (1,9%).

Интересно, что в данном исследовании практически не фигурировали карьерные достижения, столь популярные среди молодёжи [1; 2]. Вероятно, это обусловлено высокой ответственностью, которую осознают будущие инженеры [3, с.72].

Таким образом, по мнению студентов технических факультетов МАИ, успешный человек – это тот, кто имеет конкретные цели, знает, как их достичь и достигает, находится в гармонии с собой и испытывает счастье, нашел свою сферу деятельности и приносит пользу обществу, имеет хороший достаток, чтобы ни в чем не нуждаться.

Список литературы:

1. Коган Е.А. Политическая карьера в современном обществе как социальный феномен. – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009. – 120 с.

2. Коган Е.А. Проблемы конструирования карьеры политика в регионе (на примере депутатского корпуса г. Твери и Тверской области): дис. канд. соц. наук / Е. А. Коган — М., 2005.
3. Коган Е.А., Семенова Т.В. Отношение будущих инженеров к работе по специальности: престижность и востребованность профессии// Перспективы науки и образования. 2018. № 2 (32). С. 70-74.
4. Татарова Г.Г. Методология анализа данных в социологии (введение) / Учебник для вузов. — М.: NOTA BENE, 1999. — 224 с.

Философия в общей теории систем и в Московской философско-математической школе

Языков М.Д.
Научный руководитель — к.ф.н. Шевцов А.В.
МАИ, Москва
yazykov_m01@mail.ru

Первый вариант общей теории систем был выдвинут Людвигом фон Берталанфи (1901-1972), австрийским биологом, как идеи наличия общих закономерностей при взаимодействии большого, но не бесконечного числа физических, биологических и социальных объектов в 1937 г. на семинаре по философии в Чикагском университете. Его основная идея состояла в признании изоморфизма законов, управляющих функционированием системных объектов. Принцип Берталанфи гласил, что Целое представляет нечто большее, чем простую сумму составляющих его элементов, поскольку его главная характеристика – взаимодействие, протекающее между его различными элементами. В среде ученых, примыкавших к этому течению считалось и считается, что исследования в общей теории систем интегрируют наработки, накопленные в областях «классической» общей теории систем, кибернетики, системного анализа, исследования операций, системной инженерии. В любой общей теории систем подчеркивается, что всегда наличествует диалектическое взаимодействие между различными системами. Если системы не обмениваются энергией (об этом говорили в 1940-е и 1950-е гг.), то такие системы называются закрытыми, а вот если учитываются взаимодействия таких систем, но с обменом энергией (как в биологической клетке и целом организме), или позднее, в 1970-х гг. обмен информацией (как в концепции Ильи Пригожина и Изабеллы Стенгерс[1]) – то такие системы называются открытыми.

К этому направлению методологических поисков наук на общем стыке, общей платформе философии и методологии, логических исследований, ряда дисциплин математики, биологии и даже теоретической физики относятся работы А. А. Богданова, В. И. Вернадский, Н. Винера[2], Р. Л. Акоффа, У. Эшби, П. К. Анохина, И. Пригожина, И. Стенгерс, Н. Лумана[3], Т. Парсонса. В этом направлении работали ученые целого ряда стран и русские, в том числе.

Берталанфи определял систему как любое множество элементов любой материальной природы, которые находятся в определённом отношении друг к другу. Хотя Берталанфи и организовал в США «Общество по изучению общих теорий систем» ((«Society for General Systems Research») в 1954 г., но именно в России в последней четверти XIX – начале XX вв. родился и стал развиваться проект такого «сплавления» философии и математики на базе логики, символической логики, в организации Московской философско-математической школы[4].

Основные принципы системного подхода

1. Принцип иерархии. Любая система есть комплекс более простых систем, называемых, в зависимости от степени сложности, либо подсистемами, либо элементами системы. В то же время сама система может являться частью системы более высокого ранга.

2. Принцип динамичности. Системы находятся в постоянном движении, непрерывно меняют свои характеристики: теряют одни элементы и приобретают другие, сами входят или выходят из систем более высокого уровня. Мерой изменений является энергия. Материальных систем, существующих бесконечно долго, не бывает, все находится в постоянном во времени видоизменении.

3. Принцип целостности (организованности, или интегративный принцип). Система не есть простая механическая сумма частей. Свойства системы не могут быть выведены из свойств её элементов.

Список литературы:

1. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог с природой. М., 1986.
2. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. М., 1958.
3. Луман Н. Социальные системы. Очерк обшей теории. СПб., 2007.
4. Шевцов А. В. Классические и неклассические логики в историко-философском аспекте: основные принципы и понятия / Учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2020.

Секция №9.6 Государственное и муниципальное управление

Способы и методы мотивации людей на выполнение поставленных задач или достижение целей

Беликов С.А.
Научный руководитель — Боброва О.М.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
comrade.95@mail.ru

Опрос людей разных возрастов показывает, что эффективность любой деятельности человека сильно зависит от настроя на эту деятельность и заинтересованности в ней. Но почти всегда этого всего не хватает обычному человеку, и тогда проделываемая работа не приносит ни удовольствия, ни желаемого результата. Даже самые терпеливые люди не способны выполнять какие-либо действия, если подсознательно не видят в ней смысла или выгоды. Следовательно, любому человеку для достижения различных целей долгосрочных или нет нужна мотивация.

Мотивация — это воздействие на чувства человека, преследующее сформировать у него намерения. Также, мотивацией называют результат этого воздействия — состояние побуждения к деятельности, желание что-либо делать.

При подготовке данного доклада были изучены методы воздействия на подсознание человека, при котором появляется или повышается желание на выполнение конкретного действия или же комплекса действий, приводящих к желаемой цели.

Главная цель работы: научить людей ставить себе цели и искать силы для их достижения.

Были выполнены следующие шаги:

1. Изучить термин «мотивация» с психологической стороны жизни человека.
2. Изучить биографии известный людей, добившихся крупных целей по человеческим меркам.
3. Изучить публикации различных коучей, мотиваторов, бизнес-тренеров.
4. Выделить основные способы и методы мотивации человека.

На основании проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Намеренное мотивирование человека на выполнение какой-либо деятельности повышает эффективность этой деятельности и качество её результата.
2. Мотивированное выполнение задачи повышает уровень эмоционального состояния человека, заставляя его получать удовольствие от её выполнения.
3. Разбор поставленной цели позволяет человеку лучше понимать, что и зачем он делает.
4. Мотивированный человек, преследуя конкретную цель, ставит перед собой другие цели, желая получить положительные эмоции от другого вида деятельности.

Человек – это прежде всего организм, а целью любого организма является выживание в окружающей среде. Сохранение энергии и её трата на жизненно важные действия – одна из основных задач нашего организма. То есть лень – это нормальная реакция живого существа на деятельность, цель которой он не видит или не понимает. Как ни странно, многие вещи мы не хотим делать потому что подсознательно не понимаем их цель. Поэтому каждый человек должен уметь ставить себе четкие цели, мотивировать себя и запасаться терпением.

Деятельность органов государственной власти по развитию авиационной промышленности в России

Буланов В.С.
МАИ, Москва
vladvladek@mail.ru

Авиастроение является важной отраслью промышленности в России. Данный промышленный сектор состоит из 248 предприятий, на которых работает около 400000 человек. Распад Советского Союза привел к глубокому кризису в отрасли, особенно в сегменте гражданской авиации. Ситуация начала улучшаться в середине первого десятилетия 2000-х годов из-за роста авиаперевозок и увеличения спроса.

Для развития авиационной промышленности российским правительством поддерживается ряд специальных государственных программ.

Одной из таких программ является «программа развития авиационной промышленности на период на период с 2013 по 2025».

В рамках данной программы правительством было запланировано выделить 28 миллиардов долларов, чтобы сделать Россию одним из трех лучших мировых производителей самолётов к 2025 году. Ожидается, что программа позволит России занять 10% мирового рынка по продаже техники гражданской авиации. На данный момент, число закупленных и модернизируемых самолётов и вертолётов несколько меньше запланированного. В основном это происходит от недостаточного финансирования.

В целом деятельность органов государственной власти сказывается положительно на отечественном авиапроме, и авиационная промышленность в России, на сегодняшний день, вполне способна конкурировать с зарубежным авиапромом в большинстве случаев. Но для большей эффективности развития российской авиации нужно обратить внимание на несколько нерациональное финансирование развития авиации и не достаточную емкость национального рынка. Повысить эффективность и прозрачность расходования средств федерального бюджета, обеспечить создание более действенной системы управления реализацией государственных программ можно благодаря использованию программно-целевого подхода. А необходимого прироста стоимостной емкости рынка гражданской авиатехники можно достичь только в том случае если будет значительно увеличена её эффективность, понижения себестоимости перевозок и повышения их доступности. Деятельность предприятий российской гражданской авиационной промышленности и организацией воздушного передвижения и официальной политикой в этой сфере занимается Федеральная авиационная служба (ФАС).

Деятельность органов государственной власти по социально-экономическому развитию региона

Войтович О.Д.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Шаламова Л.Ф.
МАИ, Москва
sky94angel94@gmail.com

В настоящее время одной из важнейших проблем в развитии региона является повышение благосостояния населения, а также улучшение качества жизни. Для достижения этих целей регион должен иметь достаточные ресурсы. Если говорить про сегодняшний день, то лишь 14 регионов не получают дотации из федерального бюджета. Таким образом, данные субъекты вышли на полное самообеспечение, проводя эффективную политику по развитию своего потенциала. Оставшиеся более 70 регионов получают дотации из федерального бюджета, так как имеют недостаточные налоговые сборы. Данная система дотаций свидетельствует об искусственном нивелировании разницы между отстающими и передовыми регионами. Также эффективным инструментом в управлении развитием регионов являются национальные

проекты и целевые программы. Из бюджета государства поступают средства на реализацию данных программ, а достижение поставленных показателей способствует повышению благосостояния населения региона.

Однако, любая целевая программа может по-разному исполняться в различных регионах. Это свидетельствует о разнице в ресурсном обеспечении региона, различном уровне профессиональной подготовки лиц, ответственных за реализацию программы/проекта, и проч.

На примере Республики Коми рассмотрены основные результаты исполнения государственных целевых программ, проанализированы основные социально-экономические показатели и сделан анализ эффективности проводимой государственными органами власти политики в сфере социально-экономического развития региона.

Перспективы инновационного развития космической отрасли

Гречко С.В.
Научный руководитель — Джафаров Н.К.
МАИ, Москва
20152001@mail.ru

Космическая отрасль на сегодняшний день для России является одним из приоритетных направлений. К направлениям космической деятельности относится:

• Гарантия обеспечения доступа России к космосу, присутствие в космосе на постоянной основе;

• Решение задач, связанных с информатизацией путем повышения результативности применения космических средств;

• Совершенствование наук, связанных с космонавтикой;

• Повышение положения страны на мировом рынке товаров и услуг космической отрасли.

Проблемы российской космической отрасли носят комплексный характер, они имеют связь с необходимостью обновления и возобновления таких потенциалов как технологический, научный и технический.

Проблемы космической отрасли России имеют взаимосвязь с поддержкой государства, также проблемы связаны с сильной конкуренцией на мировом рынке запусков космических аппаратов.

В текущий момент конкурентами российской космической отрасли на мировом рынке являются США и Китай. Рост объема мирового рынка спутниковой связи к концу 2025 г. может достигнуть 170 млрд долларов, в связи с быстрыми темпами развития.

На сегодняшний день государством принята уже третья федеральная космическая программа, которая должна быть реализована до 2025 г. Из бюджета на её реализацию выделено порядка 1,4 трлн рублей. Приоритетами российской космической отрасли на ближайшие годы объявлены испытания ракет семейства «Ангара», начало стартов к МКС с космодрома «Восточный», а также наращивание орбитальной группировки и исследования Луны. Всего, на период до 2025 г., согласно федеральной целевой программе, предусматривается 38,5 млрд рублей на лунную программу, 28,1 млрд рублей на исследования Марса, а также 37,2 млрд рублей на исследования по проектам семейства орбитальных радиотелескопов «Спектр», один из элементов которой — «Радиоастрон» зарекомендовал себя с наилучшей стороны и позволил России выйти на передовые рубежи в вопросе исследования Вселенной в радиодиапазоне электромагнитного спектра.

В целом же выполнение космической программы на 2016-2025 гг. способно дать России возможность не терять лидерские позиции почти во всех отраслях ракетно-космической сферы, в том числе не потерять наработки перспективных проектов освоения Солнечной системы, что является поводом для финансирования данной программы.

Перспективы инновационного развития российской космической отрасли взаимосвязаны с:

• Удовлетворением нужд населения страны, регионов и государственных структур в космических услугах и средствах;

• Разработкой космической техники;

• Развитием международного сотрудничества и международной интеграции;

• Созданием условий для выполнения экспериментов и эксплуатации научной аппаратуры в условиях космоса;

• Созданием всего необходимого для производства материалов и медицинских продуктов со свойствами, которые невозможно создать в наземных условиях;

• Улучшением эффективности использования космического пространства с целью решения задач которые стоят перед Россией в разных сферах деятельности;

• Совершенствованием космического потенциала страны. Потенциал Российской Федерации обеспечивает применение и создание конкурентоспособных космических технологий и услуг на мировом рынке, в том числе гарантированный доступ и необходимое присутствие России в космическом пространстве.

При участии Роскосмоса была создана Корпоративная Академия Госкорпорации «РОСКОСМОС». Корпоративная Академия РОСКОСМОСА успешно ведет свою работу с 2015 года, выпускает много специалистов. Академия занимается обучением руководителей, подготавливает кадровый резерв.

«Роскосмос» проводит для одаренных детей 12-18 лет конкурсы на базе образовательных учреждений по различным темам: ракетомоделирование; ракетно-космическая техника; робототехника; исследования космоса.

Традиция проведения таких конкурсов берет свое начало в 1971 г.

Сегодня конкурсы продолжают развиваться благодаря поддержке Госкоропрации «Роскосмос», АО «Институт подготовки кадров машиностроения и приборостроения» («АО ИПК «Машприбор») и организаций ракетно-космической отрасли.

Космонавтика является передовым рубежом научных знаний и высоких технологий, она должна заинтересовывать подрастающее поколение, быть источником вдохновения, мотивировать и стимулировать молодое поколение с целью привлечения в область естествознания и техники.

Космонавтика представляет собой прочную основу развития международного сотрудничества, это предмет национальной гордости для россиян. Государство будет применять все меры, чтобы наша страна могла сохранять свой статус космической державы, чтобы космическая деятельность, продолжала оставаться в числе приоритетных направлений нашей страны и могла пользоваться как пониманием со стороны российской общественности, так и поддержкой государства.

Управление методикой воздействия различными видами физических упражнений на организм студентов, при подготовке к сдаче норм ГТО

Косицин А.А., Панкина Е.А.
Научный руководитель — Боброва О.М.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
kosicinartemka@gmail.com

Проведение предварительного эксперимента показал, что более высокая эффективность физических упражнений достигается при чередовании определенной по объему и интенсивности работы. Применение серийно-интервального метода круговой тренировки с целенаправленным подбором 4-5 упражнений на основные группы мышц ног, рук, плечевого пояса, спины и брюшного пресса, при трёх-четырёх разовом их повторении даёт более положительный эффект. Количество повторений в одной серии определяется, исходя из уровня физической подготовленности занимающихся. Применяя круговые методы, необходимо подбирать упражнения в соответствии с целью занятий и с учётом переноса двигательных качеств и навыков.

При изучении уровня физического развития и физической подготовленности мы использовали метод комплексных исследований, включающий показатели антропометрии и стандартных контрольных испытаний, с целью выявления динамики физического развития и физической подготовленности студентов.

Главной целью нашей работы было: повышение уровня физической подготовленности, и тем самым, создание необходимой предпосылки для улучшения работоспособности студентов.

Перед нашим исследованием были поставлены задачи:

1. Изучить динамику двигательных действий повышающий функциональные возможности организма, методом составления индивидуальных комплексов и упражнений, корректируя режим труда и отдыха, с учётом индивидуальных особенностей организма.
2. Определить степень значимости основных физических качеств, при подготовке нормативов комплекса ГТО.

На основании проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее перспективными видами физических упражнений являются специальные упражнения близкие по характеру нервно-мышечных усилий и структуре движений выбранного вида спорта.
2. Специально подобранными упражнениями можно строго направленно воздействовать на развитие специальных физических качеств, управлять эффективностью воздействия различных видов физических упражнений.
3. Применение комплексных методов исследований и контроля при занятиях со студентами значительно вырастает коэффициент полезного действия обучения, совершенствования и управления учебно-тренировочным процессом.
4. При подобной форме занятий студенты видят положительные изменения в функциональной тренированности, что сказывается на их эмоциональном состоянии.

Восполнение нормативных требований значка ГТО, представляет 7 студентов определенные трудности, вызывает необходимость в дифференцированном подходе в управление эффективность воздействия различных видов физических упражнений. Развитие физических качеств происходит в зависимости от сочетаний таких компонентов, как интенсивность упражнений, продолжительность интервалов отдыха, числа повторений, направленных на общее развитие, а также на решение определенных проблем.

Управление гражданским становлением молодых специалистов

Котельникова А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Куликов С.П.
МАИ, Москва
vip.k.a.d@mail.ru

Актуальность исследования молодежной политики политических партий

Успешное преобразование государства допустимо только лишь при конструктивном участии молодого поколения, что требует новейших подходов к разработке и исполнению молодежной политики, вовлечения общественных организаций к её реализации на всех уровнях.

Особенную значимость для каждого государства в нынешних обстоятельствах обретает процедура развития молодежной политической деятельности политическими партиями.

В современной науке под молодежной политикой политических партий подразумевается их работа с целью оказания воздействия на политическую социализацию, а также формирование гражданского портрета молодого поколения.

Обратим внимание, что молодежная политика политических партий включает в себя программные положения (приоритетные задачи по работе с молодежью) и организационные методы их реализации. Несмотря на большое количество партий и различия в их идеологических воззрениях, подходы к реализации молодежной политики можно в целом разделить на стратегии: молодежного мессианства, социальной защиты, освобождения молодежи и политической педагогики.

Наиболее активно в реализации молодежной политики участвуют парламентские партии, представленные в Государственной Думе ФС, — «Единая Россия», КПРФ, ЛДПР, «Справедливая Россия». Благодаря своим ресурсам, устоявшейся организационной структуре,

кадровым резервам, предоставленной власти и полномочиям, парламентские партии предоставляют возможности молодым людям участвовать в политических процессах, обсуждении вопросов, касающихся молодых людей, в принятии соответствующих решений, а также самореализации себя как управленца в политической сфере жизнедеятельности.

Анализ документов указанных политических партий подтверждает тезис о том, что в основе механизма молодежной политики лежат разнообразные методы вовлечения молодых людей в общественно-политический процесс и политику в целом. Однако, академического осмысления этот вопрос не имеет, что актуализирует последующие исследования с целью установления характера взаимодействия политических партий и молодежи. В данном случае предельно важным становится понимание партиями истинных нужд нынешнего молодого поколения для разработки наиболее эффективных программ и проектов в сфере молодежной политики.

Однако важно понимать, что выбор политической стратегии взаимодействия партии с молодыми людьми находится в зависимости от идейной ориентации, позиции партий в обществе и стране, а также подготовленности их лидеров, манер и стиля общественно-политического поведения.

Таким образом, чрезвычайно актуальным является теоретическое осмысление накопленного политическими партиями опыта работы с молодыми людьми по вовлечению в политическую и общественную жизнь. Это необходимо не только для оптимизации реализуемой молодежной политики, но и действенного решения молодежных проблем.

Направление государственного регулирования деятельности фирмы в РФ

Лобанова К.И.
Научный руководитель — Ласточкина В.В.
МАИ, Москва
lobanowa.xenya2013@yandex.ru

Рынок представляет собой совокупность товарно-денежных отношений, возникающих в результате купли-продажи товаров и услуг, налаживая тем самым взаимодействие трёх главных экономических субъектов — государства, предприятий, фирм и домашних хозяйств.

Контроль государства за состоянием и развитием рынка предполагает наличие регулируемого воздействия на хозяйственную деятельность предпринимателей. Принятые в последние годы законы и иные правовые акты значительно усилили роль государства в становлении и развитии рыночной экономики.

Инвестиции. Одним из основных способов регулирования является размещение государством ресурсов в предприятия либо оказание инвестиционной поддержки потенциальным субъектам рыночных отношений. Обычно, размещение ресурсов осуществляется на конкурсной основе, что позволяет должным образом разместить непосредственно государственные средства и привлечь средства других инвесторов как отечественных, так и иностранных.

Получение государством ценных бумаг. Важно отметить такую форму прямого вмешательства государства в экономические процессы, как получение государством ценных бумаг предприятий. Предприятия, имеющие хроническую задолженность перед бюджетом по налоговым платежам, могут погасить эту задолженность, не инициируя банкротства. Процедура получила название реструктуризация задолженности.

ФАС. Федеральная антимонопольная служба является уполномоченным органом исполнительной власти. ФАС России осуществляет контроль за соблюдением законодательства о контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд, выполняет функции по контролю за осуществлением иностранных инвестиций в Российской Федерации.

Создание конкуренции. Ещё одной функцией государства является создание здоровой конкуренции на рынке с тем, чтобы не происходило потерь из-за излишней монополизации. Для этих целей государством принимаются многочисленные нормы и правила, которые

предписывают хозяйствующим субъектам либо обращаться за предварительным разрешением, либо уведомлять антимонопольные органы о приобретении определенной доли влияния на каком-либо рынке. Как следствие, в соответствии с законодательством, за деятельностью предприятий осуществляется государственный контроль.

Монетарная и фискальная политика государства. Развитие рыночных отношений возможно при условии наличия активно действующей денежно-кредитной, или монетарной, системы. Денежная система – установленная государством форма организации денежного обращения. Государство определяет денежную единицу страны, виды денежных знаков в обращении и порядок их эмиссии, формы безналичного платежного обращения, масштаб цен, курс национальной валюты по отношению к иностранным валютам. Кредитная система отображает совокупность кредитных отношений. Это отношения, складывающиеся по поводу мобилизации временно свободных денежных средств предприятий, бюджета, населения. Эффективность монетарной системы зависит от осуществляемой в стране кредитной политики – системы мер центрального (национального) банка государства для регулирования денежного обращения и достижения экономических и социальных целей. Основными её направлениями является политика кредитной рестрикции и экспансии. Помимо монетарной политики, к методам косвенного вмешательства следует отнести фискальную, или бюджетно-налоговую, политику государства, которая заключается в изъятии части средств предприятия в виде налогов и сборов и направлении данных средств в социально значимые сферы. Таким образом происходит перераспределение ресурсов, что представляет из себя суть финансовых отношений.

Научно-техническое перевооружение производства. Государство также должно поощрять научно-техническое перевооружение производства. Чаще всего, это достигается путем установления различных льгот, а также поддержкой государственных научно-технических институтов, чьи разработки далее внедряются на предприятиях. Также, это может осуществляться при помощи инвестиционной политики государства, о которой говорилось ранее.

Кадровая политика. Государство участвует в экономическом регулировании при помощи кадровой политики, то есть посредством подготовки и обучения сотрудников предприятия, а также установления для них – определённых условий и представлением возможности своих прав.

Резюмируя, государство определяет приоритетные направления развития экономики, концентрирует ресурсы на этих направлениях, выделяет субсидии, предоставляет льготы предприятиям, регулирует внешнеэкономическую деятельность производителей продукции, укрепляет ту часть хозяйственного управления, через которую осуществляется непрерывная связь между поставщиками и потребителями продукции.

Ключевые характеристики современных партиом

Михайлова Е.О., Котельникова А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Осипова Н.В.
МАИ, Москва
kate-kazakova@yandex.ru

После выборов в РФ в 2018 году в экспертных кругах и профильных СМИ стали обсуждаться возможные изменения отечественного избирательного законодательства, связанные с некоторыми корректировками сложившегося подхода (акцент на муниципальный и региональный уровень проведения кампаний, в частности).

В связи с этим весьма актуальным становится вопрос рассмотрения специфических характеристик сложившихся на мировой арене партийных систем в странах с устойчивой демократической формой правления. К таковым мы можем отнести США и ФРГ.

Так, партийная система Германии, также, как и в России, является плюралистической. Сейчас в ФРГ активно функционирует более сотни политических партий, однако, большая часть из них совершенно незнакома населению. При этом, роль партий в политическом

процессе Германии чрезвычайно велика, поскольку победившая партия (или коалиция) выдвигает из своего состава федерального канцлера, то есть фактически определяет политический курс страны на ближайшие 4 года.

Характеризуя партийную систему Германии, следует отметить, что она строится по принципу смены коалиций, создаваемых ключевыми партиями, представляющими консервативно-христианское (ХДС) и социал-демократическое (СДПГ) направления.

Однако, несмотря на подобную преемственность, последний электоральный цикл показал, что оппозиционные политические течения могут реализовать себя на выборах (ярким примером стал успех партии «АДГ»).

Успех новых, достаточно радикальных партий показал, что роль классических партий в обществе постепенно снижается. Низкая степень доверия к данному политическому институту, снижение численности и изменение характера партийного членства, а также увеличение доли подвижного электората наряду с ростом неявки избирателей на выборы либо их голосованием за нетрадиционные движения стали причиной ряда пессимистичных прогнозов относительно будущего политических партий, предсказывая, в том числе, конец партийной эры.

Соединенные Штаты Америки же пошли по пути формирования классической двухпартийной или бипартийной системы. Американские партии — одни из самых старых партий в мире наряду с английскими, в сравнении с другими государствами это одна из наиболее стабильных партийных систем.

Важно отметить, что, несмотря на длительную историю своего существования, партии республиканцев (Republican Party) и демократов (Democratic Party) находятся в постоянной трансформации. Современные процессы, которые протекают в США, связаны с глубокими трансформациями как в самом электорате, так и в механизмах, которые действуют в политических партиях.

Партии США не имеют фиксированного членства и членских билетов. Их сторонниками признаются те избиратели, которые на выборах зарегистрировались как демократы или республиканцы соответственно. Не имея постоянных программ, партии к каждым президентским выборам принимают новые предвыборные платформы.

Однако и этот подход не избежал критики со стороны рядовых граждан. Так, современные американцы стали замечать, что двухпартийная система весьма сильно ограничивает их в выборе политической партии, которая отражала бы их точку зрения и защищала интересы. Так называемые «третьи» партии существуют, но они не имеют большого влияния на президентских и парламентских выборах.

В настоящее время приобретает популярность Движение чаепития (Tea Party), название которого происходит от известного исторического события – Бостонского чаепития. Кроме того, в США существуют политические партии зеленых, конституционная, центристская, коммунистическая, социалистическая рабочая, свободная социалистическая, независимая, лейбористская партии, партия популистов, реформистская партия «радикальные женщины» и др.

В связи с обозначенными тенденциями можно сделать вывод о том, что в передовых государствах под давлением гражданского общества запускается процесс трансформации политической и партийной систем, направленный на диверсификацию идеологических платформ и усилением роли «нишевых» партий на муниципальном и региональном уровнях.

Выделенные тенденции находят свое отражение и в современной политической жизни России. В российском обществе назрел запрос на представление различных общественных интересов через многообразие политических инструментов, в том числе партий.

В связи с этим, ряд специалистов не исключает обсуждение введения преференций для наиболее успешных непарламентских партий. А улучшение результатов парламентской оппозиции в ходе региональных и муниципальных кампаний 2018-го года может создать для таких партий определенные «вызовы роста» в будущем электоральном цикле.

При этом важно выделить и иные вызовы, которые стоят перед партийной системой РФ: это и кадровое обновление, прежде всего из-за смены поколений в отечественной политике, и колебания баланса между «старыми» элитами субъектов РФ и региональными игроками, тесно связанными с федеральными корпорациями и группами влияния.

Управление социальной активностью личности студентов, при занятиях физической культурой и спортом

Панкина Е.А., Косицин А.А.
Научный руководитель — Боброва О.М.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
epankina489@gmail.com

Годы студенчества – пора профессионального, гражданского и нравственного становления человека, время своего поиска места в жизни. Важнейшая задача состоит в том, чтобы стремления благоприятствовали главному — формированию социальной активной, творческой и физически подготовленной личности.

В работе применялись такие метода, как метод теоретического анализа и обобщения, прямого наблюдения, опроса с использованием интервью и анкетирования, рейтинг, естественный педагогический эксперимент, анализ данных.

Задачи исследования:

1. Теоретически обобщить литературные источники, определить структуру социальной активности личности.
2. Определить уровень физкультурно-спортивной деятельности студентов и установить связь с другими видами их деятельности.
3. Определить роль физического воспитания в формировании социальной активности студентов, с использованием методов и средств.

Результаты исследований показывают, что 75% студентов предпочитают заниматься физическими упражнениями и спортом по программе учебных занятий, и лишь 25% студентов – в спортивных секциях. Анализ индивидуального интереса к различным видам спорта показал, что наиболее популярными среди студентов являются:

1 — спортивные игры
2 — шопинг, аэробика
3 — боевые искусства,
4 — атлетическая гимнастика,
5 — оздоровительный бег,
6-легкая атлетика.

Анализ результатов опроса студентов показал, что привлечение студентов к систематическим занятиями и участие в спортивно-массовых мероприятиях, проводимых в вузе должно опираться на следующие позиции:

1. Систематическая пропаганда здорового образа жизни
2. Возможность материального стимулирования студентов, активно занимающихся физической культурой, ведущих здоровый образ жизни.

Обработав материал отмечаем:

Каждый четвертый ответил, что его в спорт никто не вовлекал, но от физической нагрузки он получает удовольствие. Каждого десятого в спорт привело желание самоутвердиться в кругу товарищей, желание иметь красивую фигуру, крепкое здоровье. Лишь каждый тридцатый указал на то, что причиной его занятий спортом стали советы родителей.

Изучение взаимосвязи между физкультурно-спортивной и общественной деятельностью показало, что студенты спортсмены в 4,7 раза больше других студентов принимают участие в выполнении постоянных общественных поручений, в 2,6 раза больше других имели поощрения по институту.

Формирование социальной активности личности, возможно, осуществлять путем применения различных рычагов, одним из которых является целенаправленное воздействие на личность студента средств и методов физического воспитания.

Некоторые проблемы реализации политики авиационной безопасности Правительства Российской Федерации

Пучков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Шаламова Л.Ф.
МАИ, Москва
a-7465511@yandex.ru

В современном мире обеспечение авиационной безопасности является приоритетной задачей, как государства, так и авиационных предприятий и эксплуатантов.

Большое воздействие на формирование политики государства, а также на функционирование авиационных предприятий в области авиационной безопасности оказывают международные организации, такие как: Международная организация гражданской авиации (ИКАО), Международная ассоциация воздушного транспорта (IATA), Европейское агентство авиационной безопасности (EASA).

Термин Авиационная безопасность в Федеральной системе обеспечения авиационной безопасности (Национальная Программа авиационной безопасности) от 04 апреля 2019 г. трактуется как: «состояние защищённости авиации от актов незаконного вмешательства в деятельность в области авиации, которое обеспечивается комплексом мер и людских и материальных ресурсов, предназначенных для защиты гражданской авиации от актов незаконного вмешательства».

Политика авиационной безопасности эксплуатанта состоит из целей, принципов и процедур, направленных на непрерывное повышение уровня безопасности полётов и авиационной безопасности авиакомпании с целью исключения рисков возникновения авиационных происшествий, а также минимизации последствий при совершении актов незаконного вмешательства.

Несмотря на тот факт, что авиационной безопасности уделяется тщательное внимание, в данной области сохраняются проблемы, требующие решения с учетом международных практик.

Проблема, связанная с совершенствованием процедур исполнения контрольных (надзорных) функций, так как в настоящий момент отсутствует непрерывный мониторинг рисков со стороны ответственных органов исполнительной власти. Уже в 2006 году Международная организация гражданской авиации разработала и сформулировала требования к системам управления безопасностью полётов (СУБП) эксплуатантов с учетом рекомендуемых действий, в отличие от указаний полномочных органов РФ по обеспечению авиационной безопасности, действующих с 2010 года, которые не выделяют рекомендуемую практику по обеспечению высокого уровня авиационной безопасности.

Для улучшения состояния безопасности полётов в гражданской авиации Российской Федерации необходимо гармонизировать законодательство Российской Федерации, в части порядка и методов государственного надзора за соблюдением требований воздушного законодательства в деятельности субъектов гражданской авиации и приведения мер их ответственности в соответствие с международными стандартами и практикой.

Недостаточно высокий уровень культуры безопасности у пассажиров воздушных судов. Эта проблема является актуальной в настоящее время, так как данный вид транспорта является одним из наиболее популярных и стремительно развивающихся. В связи с увеличением количества инцидентов на борту с пассажирами, проявляющими девиантное поведение, необходимо уделять больше внимания при обучении и подготовке авиаперсонала, а также информационному обеспечению пассажиров об авиационной безопасности со стороны служб авиационной безопасности аэропорта, а также со стороны эксплуатантов в части правил поведения во время полёта.

Таким образом, даже в условиях достаточно высокого уровня транспортной безопасности, необходимо оптимизировать действия органов государственной власти по планомерному совершенствованию системы авиационной безопасности на макро и микроуровнях.

Актуальность внедрения искусственного интеллекта в систему управления

Удовиченко Ю.Д.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Бадаева Н.Н.
МАИ, Москва
julya.kitty@yandex.ru

Идеи разработки и использования искусственного интеллекта зародились довольно давно, но только сейчас у нас появились ресурсы, технологии и осознанность значимости использования этих идей в реальную современную жизнь, в будущее.

Под искусственным интеллектом принято понимать целый комплекс технологий, который позволяет имитировать сознание и мышление человека, включая способности самообучаться и искать решения без заранее заданного алгоритма.

Стратегия развития искусственного интеллекта была представлена, в частности, на Международной конференции по искусственному интеллекту 8 ноября 2019 г.

Первыми внедрение искусственного интеллекта в свои компании начали «Сбербанк», «Яндекс», Mail.ru Group, МТС, Российский фонд прямых инвестиций (РФПИ) и «Газпром нефть», которые уже подписали соглашение о создании альянса.

Взяв на себя лидерство в организации и развитии этой темы, эти компании пропагандируют значимость использования квантовых технологий, «облачного» пространства и инфраструктуры для технологии искусственного интеллекта. Они раскрывают совершенно новые возможности искусственного интеллекта для всех отраслей экономики, всей системы государственного управления.

Потенциал применения технологий искусственного интеллекта огромен. В докладах анализируются формы эффективного использования искусственного интеллекта в системе управления: алгоритмы, основанные на искусственном интеллекте при наборе персонала, разработке оценок, тестов, для обработки, структурирования информации, обеспечении безопасности различных данных, борьбы с коррупцией, в принятии решений, в составлении прогнозов, расчете рисков при принятии решений, безрезультативных вложений в различные разработки.

Совершенствование процесса социальной реабилитации лиц с ограниченными возможностями здоровья

Чернова М.О.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Беглов П.И.
МГПУ, Москва
airamchernova@gmail.com

Управление в области социальной реабилитации лиц с ограниченными возможностями здоровья является важным и приоритетным направлением государственной политики. Социальная реабилитация — это сложный процесс, требующий от общества участия в нём многих специализированных учреждений и структур. Процесс реабилитации — это не просто улучшение состояния здоровья инвалида, это достижение им максимальной самостоятельности и независимости, но и готовности к равноправной жизни в государстве.

Инвалидность — это социальное явление, которое зависит от различных условий: здоровья нации, системы здравоохранения, социально-экономической формации, окружающей среды, исторических и социально-политических факторов. На успешное управление процессом социальной реабилитации оказывают влияние различные средства социальной реабилитации. К ним относятся: здравоохранение, образование, профессиональная подготовка, средства массовой информации и коммуникации, учреждения психологической помощи и поддержки, общественные и неправительственные организации.

По данным Федерального реестра инвалидов, на 01.11.2019 в Российской Федерации зафиксировано 11,2 миллиона человек всех групп инвалидности.

1. Численность инвалидов в трудоспособном возрасте на 01.12.2019 составляет 3,4 миллиона человек, из которых трудоустроено лишь 922 тысячи.

2 Таким образом, проблему социальной реабилитации можно отнести к одной из острых современных проблем, потому что в Российской Федерации многие люди, живущие в ограниченной жизненной среде, являются социально неудовлетворенными, несмотря на усилия государства.

В 2019 году в нашей стране стало более заметным желание и стремление изменить сложившуюся ситуацию с социальной реабилитацией инвалидов в наилучшую сторону:

• Осуществлен ряд изменений в государственной политике по отношению к людям с ограничениями жизнедеятельности. Изменения, прежде всего, направлены на поэтапное формирование правозащитного подхода к вопросам инвалидности.

• Принят Федеральный закон от 18 июля 2019 года № 180-ФЗ «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях».

3 Он определяет правовые механизмы привлечения виновных лиц к административной ответственности за правонарушения, связанные с не предоставлением законодательно установленных условий доступности объектов социальной, инженерной и транспортной инфраструктуры и услуг, предоставляемых инвалидам.

• Завершено формирование системы государственного контроля за соблюдением прав инвалидов на беспрепятственный доступ к объектам и услугам жизнеобеспечения.

Каждый год в рамках государственной программы «Доступная среда» проводятся социологические исследования, в результате чего регистрируется положительная динамика.

Таким образом, доля инвалидов, которые оценивают доступ приоритетных объектов и услуг в сферах жизнедеятельности положительно, увеличилась с 31,9% в 2011 году до 65,2% до конца 2019 года. Доля людей с ограниченными возможностями, которые оценивают отношение населения к проблемам инвалидности позитивно, выросла с 32,2% в 2011 году до 67,4% до конца 2019 года. Доля граждан, признающих навыки, достоинства и способности инвалидов, в общей численности опрошенных граждан, возросла с 35,5% в 2014 году до 66,2% до конца 2019 года.

Для государства управление в сфере социальной реабилитации инвалидов является приоритетным, потому что снижает социальную напряженность в обществе. Для достижения максимального успеха в процессе социальной реабилитации важно взаимодействие государства со многими структурами, программами и средствами реабилитации.

Список литературы:

1. Федеральный реестр инвалидов — [Электронный ресурс]. — URL: https://sfri.ru/analitika/chislennost/chislennost?territory=1 (дата обращения 28.01.2020)

2. Федеральный реестр инвалидов — [Электронный ресурс]. — URL: https://sfri.ru/analitika/zanyatost/zanyatost?territory=1 (дата обращения 28.01.2020)

3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях — [Электронный ресурс]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_329276/ (дата обращения 28.01.2020)

Использование высоких технологий для реализации государственной политики в сфере обращения с отходами

Шкапа Д.Н.
Научный руководитель — к.пол.н. Климашевская О.В.
МАИ, Москва
des1.00@mail.ru

Актуальность научной работы: заключается в том, что в условиях продолжающегося масштабного кризиса, требующего мобилизации всех резервов хозяйствования, задачи материалосбережения становятся ещё более актуальными. С прогрессом науки и техники растут инновационные предпосылки для все более эффективного применения вторичных ресурсов.

Предметом работы является – высокотехнологичные методы для переработки твердых коммунальных отходов.

Целью работы является совершенствование системы управления в области управления отходами регионов.

В связи с этим можно выделить следующие задачи:

• Изучение теоретические вопросы и методы развития сферы твердых бытовых отходов;

• Изучение правовых аспектов представленной проблемы через рассмотрение законодательства России и Пензенской области, в частности;

• Изучение роли государства в управлении твердыми бытовыми отходами;

• Анализ российского и зарубежного опыта в сфере управления твердыми бытовыми отходами;

• Анализ состояния сферы управления отходами в Пензенской области;

• Выработка рекомендаций для формирования частно-государственного партнерства в системе управления отходами.

Предметом – частно-государственное партнерство в формировании системы управления отходами.

Целью работы является совершенствование системы управления в области управления отходами регионов.

В связи с этим можно выделить следующие задачи:

• Изучение теоретические вопросы и методы развития сферы твердых бытовых отходов;

• Изучение правовых аспектов представленной проблемы через рассмотрение законодательства России и Пензенской области, в частности;

• Изучение роли государства в управлении твердыми бытовыми отходами;

• Анализ российского и зарубежного опыта в сфере управления твердыми бытовыми отходами;

• Анализ состояния сферы управления отходами в Пензенской области;

• Выработка рекомендаций для формирования частно-государственного партнерства в системе управления отходами.

Предметом – частно-государственное партнерство в формировании системы управления отходами.

Целью работы является совершенствование системы управления в области управления отходами регионов.

В связи с этим можно выделить следующие задачи:

• Изучение теоретические вопросы и методы развития сферы твердых бытовых отходов;

• Изучение правовых аспектов представленной проблемы через рассмотрение законодательства России и Пензенской области, в частности;

• Изучение роли государства в управлении твердыми бытовыми отходами;

• Анализ российского и зарубежного опыта в сфере управления твердыми бытовыми отходами;

• Анализ состояния сферы управления отходами в Пензенской области;

• Выработка рекомендаций для формирования частно-государственного партнерства в системе управления отходами.

Гипотеза: использование высокотехнологичных методов для переработки отходов приведет к сокращению количества свалок, что в свою очередь благоприятно повлияет на состояние окружающей среды.

Практическая значимость: данное исследование может пригодиться для разработки государственных программ по реализации национальных проектов в сфере обращения с отходами.

Суть проблемы: из-за нарастающего "мусорного" кризиса роль государства в вопросе охраны окружающей среды становится на первое место. Новая мусорная реформа не дала населению мотивацию к раздельному сбору мусора, а частным компаниям к его переработке.

Вывод:

проведенный мной анализ системы управления ТКО в РФ, выявил основные проблемы, на основе этого сделал вывод, что наиболее эффективным методом управления ТКО является переработка вторичного сырья. Составленные мной рекомендации нацелены на:

1. мотивацию населения к сортировки ТКО;
2. Внедрение инновационных методов управления и переработки ТКО.
3. Повышение инвестиционного потенциала региона путем использования системы вознаграждений за раздельный сбор ТКО.
4. Увеличение рабочих мест в регионе путем строительства предприятий по переработке ТКО.
5. Снижение количества отходов.

Секция №9.7 Лингвистика

Технические проекты на занятиях по английскому языку на примере «Инварные сплавы — материал будущего в авиастроении»

Капустин Б.Д.
Научный руководитель — Федотова Л.А.
МАИ, Москва
kapustin.kapustin-borya@yandex.ru

With the rapid development of industrial technologies, there is a need to create innovative materials, that will give new opportunities, about which Chukin M.V., Golubchik E.M., Gun G.S. and etc. talked about in their work [5]. In the metallurgy industry the example of promising modern alloys is invar alloys, which are becoming more and more usable for example for the manufacture of carbon composites.

Carbon fiber is the most common composite, which is used in the aircraft industry, because the usage of this material leads to weight uloss that is very important for the aircraft constructing. The flaps, steering elements, pylons, propeller blades, power set elements, trim elements, trim and etc. are made with the help of carbon fibers. «Boeing» and «Airbus» actively use parts made from these material.

However, this material is quite difficult to manufacture, because it requires special materials for form tooling (F.T.). Mostly materials of F.T. have relatively high temperature coefficient of linear expansion (T.C.L.E.), which prevent the formation of carbon composites into moulds from standard materials. Invar alloys come to the rescue, which T.C.L.E. is often coordinated with T.C.L.E. of carbon composites. This means when a part is moulded from this composite into an invar alloy tool, it will not crack. The issue of coordination T.C.L.E. is highlighted in the work of V.A. Kovalenko, I.V. Malkova, G.V. Sirovoy, U.V. Sohacha. [4]

As well, chemical composition of invar alloys could be changed and depends on the need of certain operational properties, that gives an opportunity to get different grades of alloys, which is effective in different thermal ranges [1]. Such variability makes it possible to use invar alloys as F.T. not only for carbon composites, but also for other materials used in casting.

There are also a large number of other positive qualities of invars, for example [3]:

- Have good polishability
- Corrosion resistant
- Possess low adhesion of the surface layer
- Resistant to thermal cycling
- Possess homogeneous structure
- Almost completely eliminate the need for subsequent machining of the detail
- Possibility of subsequent remelting and obtaining another product without serious loss of operational properties

The consequence of all these factors is the high value of the material in modern production from the technological part. Also, an increase in accuracy when using these alloys as a material for forming tooling, in additional to direct economic effect (associated with the exclusion of finishing operations of finished product and reducing scrap), entails an indirect effect, expressed in improving the characteristics of one product and assembly in general, this is what Barishnikov M.P., Golybchik E.M.. Kopatceva N.V., Efimova U.U., Kuznetcova A.C., Gitman M.B. talked about in the course of their research [2]. This allows us to reach a new level of production of high-precision instruments, to improve the aerodynamic properties of aircraft in the aircraft industry and other fields of science and technology. And also generally increases the level of development of technologies used by man.

References:

1. Abdulmenova E.V., Vaulina O.U./ Kulkov S.N. // Properties of iron-nickel alloys obtained by sintering powders // An article in the collection of materials of the international Scientific Conference «Mulftifunctional Chemical Materials and Technologies» 22-25 May 2019.Tomsk:

National Research Tomsk State University (TSU); under editorship of Slijova U.G. 2019. Volume 1. Page 7-9.

2. Barishnikov M.P., Golybchik E.M.. Kopatceva N.V., Efimova U.U., Kuznetcova A.C., Gitman M.B. // Research of the properties of high-strength invar alloys of a new generation // Magazine «Processing of continuous and layered materials». Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2015. №2. Page 13–18.

3. Internet resource «Russian casters association» URL: http://www.ruscastings.ru/work/168/169/222/5089

4. V.A. Kovalenko, I.V. Malkova, G.V. Sirovoy, U.V. Sohacha. // «The study of thermal stability of truss structures of spacecrafts» // Issues of design and manufacture of aircraft structures: National Aerospace Univesity after N.E. Jukovskiy «Kharkov aviation institute» — Release 2(66) – X: KAI, 2011. Page 21.

5. Chukin M.V., Golubchik E.M., Gun G.S., Koptceva N.V., Efimova U.U., Chukin D.M., Matuskin A.N. // Study of physical and mechanical properties and structure of high-strength multifunctional alloys of the invar class of the new generation // Bulletin of Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2014. №1. Page 43-47.

Возможности лингвистики в предотвращении кибербуллинга среди подростков

Ананьева А.А.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Белоус Н.А.
МАИ, Москва
anya.ananeva17@mail.ru

В настоящее время в Интернет-пространстве существует как мирная интеракция, так и «конфликтный дискурс» [1, с. 24]. Участники конфликтной интеракции, социальные условия и условия языковой среды формируют когнитивную базу конфликтного дискурса. Создавая тексты конфликтного содержания, автор-подросток, использует особые высказывания, чтобы спровоцировать адресанта вступить с ним в коммуникацию. Реципиент-подросток, участвующий в кибербуллинге, изначально имеющий личную интенцию, осознанно выбирает из всех доступных языковых средств «инвективы» и «перформативы» [4, с. 191] для выполнения воздействующей функции и достижения желаемого результата. В процессе восприятия, выбранные языковые средства и обороты оказывают отрицательное влияние на психическое состояние адресата, в ходе которого изменяется его восприятие ситуации.

Предметом нашего исследования выступает кибербуллинг, как разновидность конфликтной «интеракции, которая представляется последовательностью речевых шагов собеседников» [5, с. 256] и характеризуется наличием столкновения коммуникативных целей. Цель исследования: выявление признаков конфликтной интеракции в кибербуллинге через лингвистическое описание.

Коммуникативная структура конфликтной интеракции представлена последовательностью речевых шагов, используемых коммуникантами для репрезентации столкновения своих намерений в конфликтной ситуации, а конфликтная интеракция в процессе кибербуллинга среди подростков сопряжена с системой определенных сигналов, каждый из которых связан с конкретной конфликтной ситуацией, и определяется конкретными признаками, выявленных нами при помощи анализа 20 образцов агрессивного речевого воздействия в процессе кибербуллинга среди подростков и описанных 55 речевых шагов в текстах конфликтной диалогической интеракции:

1. При помощи метода контекстуального анализа нами были выявлены характерные модели, описанные в современной лингвистике [3, с. 74], и методы диалогической интеракции в процессе кибербуллинга среди подростков. Наше исследование показало, что коммуниканты отдают предпочтение следующим моделям общения: познавательно-информационная модель общения – 13,1%, экспрессивная модель общения – 3,4% модель заискивающего общения – 13,1%, модель обвиняющего общения – 36,5%, модель

расчетливого общения – 4,6%, модель отстраненного общения – 29,3%. Наше исследование показало, что к прагматическим методам диалогической конфликтной интеракции относятся следующие методы [3, с. 81]: метод сравнения – 7,9%, метод бумеранга – 16,9%, метод игнорирования – 10, 9%, метод выведения из терпения – 24,7%, метод опережения – 14%, метод опроса – 21,3%, метод изоляции – 3,4%, метод следствий – 1,1%.

2. Исходя из эмпирического наблюдения, мы можем отметить, что в числе самых используемых языковых маркеров в процессе кибербуллинга среди подростов находятся такие лексико-семантические средства языка как инвективы (56,3%), перформативы (42,5%) и табуированная лексика (12,6%.).

Кроме того, нами были определены грамматические особенности построения высказываний, где коммуниканты чаще использую простые (восклицательные) предложения перформативного содержания для агрессивного воздействия друг на друга. Также наше исследование показало нарушение синтаксической нормы в предложениях, где самыми распространенными являются нарушение норм управления (10,8%), неправильный выбор падежа существительных и неправильный порядок слов в сложных предложениях (26,8%), а также нарушение пунктуационных норм (62,4%).

Результаты исследования могут быть использованы для создания Интернет-сообществ, оказывающих вербальную помощь реальным и потенциальным жертвам кибербуллинга. Таким образом, участники диалога, обладая знаниями об эксплицитных признаках конфликтной интеракции, будут способны воспринимать смыслы текстов для собственной эмоциональной стабильности. Кроме того, наши выводы дают возможность реципиентам распознавать попытки вербального воздействия в процессе кибербуллинга. Формирование подобных привычек адекватного лингвистического реагирования, способно сократить количество попыток суицидальных намерений среди подростков.

Список литературы:

1. Белоус Н.А. Структурно-семантические аспекты конфликтного дискурса в коммуникативном пространстве: моногр. // Ин-т языкознания РАН, УлГУ, 2007. С. 24.

2. Бочарев А.А. Кибербуллинг: травля в пространстве современных технологий // Психология. Журнал Высшей школы экономики. – 2014. – Т. 11. №3 – С. 177-191.

3. Морозова О.Н. Характеристика моделей эффективного общения // Лингвориторическая парадигма: Теоретические и прикладные аспекты. Вып. 2. Сочи: СГУТиКД, 2003. С. 74-83.

4. Остин Дж. Слово как действие // НЗЛ. – Вып. XVII. – М.: Прогресс, 1986. С. 240-256.

5. Романов А.А. Системный анализ регулятивных средств диалогического общения: пособие по теоретическим курсам. М.: Ин-т языкознания АН СССР, 1988. 354 с.

О некоторых свойствах общеупотребительной авиационной терминологии в английском языке

Анастасов Д.К.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Зайченко А.А.
МАИ, Москва
dimaanastasov@yandex.ru

Необходимость унификации и упорядочивания терминологической лексики авиационного английского языка предполагает конкретизацию характеристик и свойств составляющих её языковых единиц.

В составе авиационной терминологии современного английского языка выделяется группа общеупотребительных терминов – терминов, отличительным свойством которых является широкое использование в общепринятом значении, они просты и понятны не только специалистам, их узус не ограничен узкоспециальной сферой, они общеупотребимы и могут встречаться как в профессиональной или научной сферах, так и в бытовой речи [1]. Например: airplane, helicopter, airport, gate, luggage, pilot, runway, propeller, flight и т.п. Данная лексика достаточна распространена и известна широкому кругу носителей языка благодаря частому

употреблению в художественной литературе, в средствах массовой коммуникации, в учебной литературе, в кинематографе.

В отличие от абсолютных терминов семантика общеупотребительных авиационных терминов не осложнена, сфера использования не ограничена узко профессиональной или тематической областью, они способны легко переходить из сферы общего языка в сферу специальную и обратно, актуализируя при этом дуальность семантического воплощения языкового знака в терминологическом и общеязыковом значениях [2. С. 18].

Однако заметим, что, вне зависимости от сферы применения, общеупотребительные термины семантически однозначны, они сохраняют свое основное объективное терминологическое значение, поскольку термин всегда остается термином, т.е. языковым знаком (словом или словосочетанием), несущим информацию о совершенно определенном объекте действительности [3. С. 91].

Выделение в структуре авиационного языка весьма многочисленной группы общеупотребительных терминов свидетельствует о его семантическом разнообразии, открытости, подвижности и динамичности. По мнению Л.Б. Ткачёвой, обусловлено это тем, что на фоне бурного развития авиации её терминологическая система активно впитывала и продолжает впитывать в себя термины из самых разнообразных отраслей знания, а также тем, что в авиационной терминологии нашли отражение все стадии исторически обусловленного технического прогресса в аэронавтике – от воздухоплавания к авиации, от авиации к ракетной технике и космонавтике [4. С. 10].

Считаем, что удельный вес общеупотребительных терминов в структуре авиационной терминологии современного английского языка будет возрастать прямо пропорционально росту количества авиационных перелетов, увеличению пассажиропотока, повышению доступности авиатранспорта, популяризации авиации, а также возникновению новых высокотехнологичных летательных аппаратов.

Список литературы:

1. Зайченко А.А. О некоторых приемах обучения специальной лексике переводчиков в сфере профессиональной коммуникации // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – Ставрополь: Изд-во СевКавГТУ, 2006. – № 1(5). – С. 81-84.

2. Шелов С.Д. Очерк теории терминологии: состав, понятийная организация, практические приложения. – М.: ПринтПро, 2018. – 472 с.

3. Перерва В.М. Перерождаются ли термины в общем употреблении // Современная русская лексикография. – Л., 1981. – С. 89-97.

4. Ткачёва Л.Б. Происхождение и образование авиационных терминов в английском языке: Дис. канд. филол. наук. – Омск, 1972. – 213 с.

Особенности изучения систем непрерывного мониторирования уровня глюкозы в крови на уроках английского языка со студентами МАИ (по материалам иностранных публикаций)

Антипушина Е.С., Зайцева К.К.
Научный руководитель — Жаринова Е.Г.
МАИ, Москва
ksaxon@inbox.ru

A standard measurement of glucose in the blood is carried out by puncturing the skin of a finger, taking a drop of blood and analyzing it using test strips and a glucometer. For some patients, a similar procedure should be carried out up to 12 times per day, and not only during the day but also at night. Thereby, this technique is inconvenient even for adult patients, but in particular, it is complex and traumatic for children.

In the year 2000, more convenient continuous glucose monitoring systems (CGM) became available for use. These systems do not require skin punctures due to the implantation of a subcutaneous sensor and provide long-term monitoring of blood sugar levels, reducing the risk of hyper- and hypoglycemia. However, the first CGM systems had a large error level (above ± 20%),

bulky sizes, high cost of sensors, and an inconvenient interface, which made their use in wide clinical practice difficult. To date, manufacturers of CGM systems have significantly improved these devices, solved a number of these problems and noticeably improved measurement accuracy. Modern CGM systems allow real-time monitoring of blood glucose and its rate of change, alert the patient and send alarms about actual or impending hypo- and hyperglycemia, and also can characterize glycemic variability. Gradually more accurate, small and user-friendly devices connect to the Internet to exchange information. This is a prerequisite for monitoring the status of an artificial pancreas (a device for automatically regulating insulin levels). The CGM system can inform, educate, motivate and alert people with diabetes. It is important that this system helps to choose the right therapy for the patients with severe, frequent or nocturnal hypoglycemia.

One of the promising developments in this direction is the FreeStyle Libre system, created in 2014 by American scientists. It is portable, consists of a miniature flat sensor (its diameter is 3.5 cm) and a lightweight mobile scanner. The device measures the concentration of glucose through a thin thread, which is installed directly under the skin. A scanner reads sensor readings. This makes it possible to receive information on the level of glycemia in a split second, without an injection and a contact with blood. When the results are displayed, you will notice not only the current glucose level in real-time is displayed, but also previous data, as well as the tendency for glycemia to change. The use of the system provides better disease control since frequent monitoring of glucose levels minimizes the patient's stay in a state of hypo-hyperglycemia improves the average individual indicator of blood glucose levels. However, this device also has several operational drawbacks: the sensor must be located near the sensor, there is no warning about dangerously low and dangerously high blood glucose levels, for residents of Russia there is currently no access to a mobile application.

In conclusion, CGM systems have demonstrated impressive scientific, technological, engineering and clinical advances, providing benefits for many patients with diabetes. It can be expected that the use of CGM will increase as they improve treatment outcomes and improve the quality of life of patients with diabetes. Achievements in the field of measurement accuracy, automated interpretation of results, and improvement of the interface contribute to the widespread popularization of these devices. However, due to a number of shortcomings, they need further improvement and research.

References:

1. Yamada M., Okada S., Oda H., et al. Evaluation of the relationship between glycated hemoglobin A1c and mean glucose levels derived from the professional continuous flash glucose monitoring system//Endocr J. 2020 Feb 5.

2. Rodbard D. Continuous glucose monitoring: a review of successes, challenges, and opportunities. Diabetes Technol Ther. 2016;18 (Suppl 2): S3–S13.

3. Haak, Thomas, et al. Flash glucose-sensing technology as a replacement for blood glucose monitoring for the management of insulin-treated type 2 diabetes: a multicenter, open-label randomized controlled trial. Diabetes Therapy 8.1 (2017): 55-73

4. Center for Disease Control, URL:https://www.cdc.gov/media/releases/2017/p0718-diabetes-report.html

5. Lee WC1, Smith E, Chubb B, Wolden ML. Frequency of blood glucose testing among insulin-treated diabetes mellitus patients in the United Kingdom//Journal of Medical Economics. 2014; 17(3): 167-175.

Требования, предъявляемые пилотам гражданской авиации в области знания английского языка

Афанасьева А.В.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ-КАИ, Казань
aafanasjeva914@gmail.com

Today, air flights have become an integral part of our life. Thus, according to statistics, more than 50,000 flights are made daily around the world. Therefore, airlines faced important problems,

such as the language barrier between aircraft pilots from different countries. Due to the existence of such a barrier in different years, there have been many incidents that have resulted in human casualties. Thus, the need for maintaining radio communications in one universal language became apparent.

The main language of international communication in the modern world is English, which was chosen as the language for implementing radio communications on international flights. This decision was made at a meeting of the ICAO organization, which forms the international standards of civil aviation and coordinates its development in order to improve the safety and efficiency of civil aviation.

In order to ensure the flight safety, on March 5, 2008, new requirements were introduced for aviation personnel. According to the Resolution of the Assembly of the International Civil Aviation Organization (ICAO) A 32-16 "English proficiency for radiotelephone communications" pilots, flight attendants, controllers must demonstrate the ability to speak English and understand it at the IV operational level specified in the language proficiency requirements [1].

Crews not having an appropriate certificate are not allowed to carry out flights to Europe, America, China, and India. This ICAO requirement is mandatory for all countries. The article analyzes the language level 4 on the ICAO scale, since it is the basic level of understanding English for international pilots, air traffic controllers and stewardesses. So, in order to achieve this level, the staff has to master the following aspects: pronunciation, copious vocabulary, good understanding and interaction, fluency of speech.

Level 4 of the ICAO scale does not imply a high level of grammatical correctness and perfect pronunciation. Grammar, syntax, vocabulary and pronunciation are evaluated only in terms of their impact on the effectiveness of speech communication. For example, the pilot can have a pronounced foreign accent or speak a regional dialect of the English language, but this, with the exception of particularly difficult cases, does not prevent their understanding. As for the grammar, pilots who own level 4, as a rule, do not use complex grammatical constructions, but have good basic skills, which is enough for effective communication. Grammatical errors are usually local in nature and do not impede understanding [2].

Vocabulary and the correctness of its use, as a rule, are sufficient for effective communication on general, specific and work-related topics. In the absence of a sufficient vocabulary, they use rephrasing and achieve the correct understanding of the message.

Sometimes speech retardation associated with the selection of the right words can be noted at this level, but generally a fairly even rate of speech is maintained, and some slowness does not adversely affect the speaker's ability to adequately participate in the dialogue.

For working level 4, it is considered quite acceptable if in unexpected situations the listener does not always demonstrate perfect understanding, but those whose competence corresponds to the working level should have good communication skills that allow them to check, confirm or clarify the situation or message.

But just having the fourth level of English is not enough; professional pilots need to maintain it, improving the test results every 3–5 years. [3]. English language skills are not the only condition of being a good communicator. True professionals must be prepared for the difficulties in communicating when their interlocutors speak with an accent, use a difficult sentence structures, or use words with a double meaning. Given the accident statistics, it is clear that language and high-quality communication are one of the key factors in maintaining safety in the aviation industry.

References:

1. Russian newspaper RG.RU. [Electronic resource] / English will take off: URL https://rg.ru/2008/01/22/yuzik.html (accessed 09.02.2020).

2. Volga – Dnieper. [Electronic resource] / Everything you need to know about the fourth level: URL http://univer-vd.com/avia/2015/12/1953 (accessed 09.02.2020).

3. BAA Training Aviation Training Center. [Electronic resource] / 4th level English on the ICAO scale — what does this mean for you?: URL https://www.baatraining.com/en/anglijskij-jazyk-4-ogo-urovnja-po-shkale-ikao-chto-jeto-znachit-dlja-tebja/ (accessed 09.02.2020).

Грамматические особенности экономических текстов авиационной тематики

Бевзо А.А., Забавникова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Мельдианова А.В.
МАИ, Москва
alexmercer0905@gmail.com

Целью настоящего исследования является изучение лингвистических особенностей текстов научного стиля английского языка, в частности, экономических текстов авиационной направленности, и анализ их грамматических особенностей на основе английских статей экономического характера, находящихся в открытом доступе.

Экономические тексты можно отнести к собственно научному стилю, поскольку изложение материала в них ведется строгим научным языком в исследовательских или непосредственно экономических целях. Актуальность статьи обусловлена повышением значимости научной литературы, а именно текстов изучаемой тематики как способа обмена и распространения информации в авиационной сфере [1, с. 9]

В результате анализа исследуемых текстов было выявлено, что для данных текстов характерна сжатая структура предложений, при которой предложения сохраняют свою целостность, что не снижает информационной насыщенности текста. Четкость и определенность структуры текстов достигается с помощью использования большого количества причастных, деепричастных и инфинитивных конструкций, атрибутивных словосочетаний, пассивных конструкций; наречий, выражающих определённость. Использование безличных форм, абстрактной лексики, в частности, абстрактных существительных, и отказ от использования личных местоимений 1-го и 2-го лица единственного числа позволяет сохранить стилистическую нейтральность и избавить текст от излишней эмоциональности

В целом, в работе было выявлено, что общие грамматические характеристики научного стиля речи характерны и для экономических текстов авиационной направленности.

Список литературы:

1. Давыдов Д.А., Мельдианова А.В. Лингвистические особенности английских научно-технических текстов // Неделя студенческой науки ФИЯ, посвященный 55-летию полёта Ю. Гагарина. Сборник докладов. – М.: Перо, 2016. – С. 9-13.
2. Dudenhefer P. A Guide to Writing in Economics – Duke University, 2009.
3. Ellman P. English Grammar for economics and bussiness: For students & professors with English as a foreign language. 2nd edition. – 2014.

Экстренная помощь в условиях длительного пребывания человека в космосе (на основе анализа англоязычных источников)

Бекренева М.П.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
mbekreneva@gmail.com

Spaceflight subjects human-beings to a variety of adverse physical conditions. Future astronauts will necessarily encounter with a wide range of pathologies during a deep space mission. General pathologies may arise from microgravity, exposure to ionization and ultraviolet radiation. Space is limited aboard a spaceship, so there is little room for medical equipment. The certificate for serious surgical emergency incorporates the repatriation of the crew members to the Earth for treatment. As distances of spaceflights increase beyond low-Earth orbit, it is clear that dedicated solutions for on-board medical treatment are required.

Potential pathologies have appeared during the flight including: trauma, head injury, intracranial pathologies, etc.

Surgical interference in space bears additional risks and logistical concerns. In microgravity a patient, surgeon and instruments for extreme medical aid will need to be restrained for positioning. Considering all the adverse factors, the experts came to the idea of traumapod. Traumapod is a suite providing all necessary equipment for extreme medical aid. To adapt the traumapod to space, scientists have developed a special medical module incorporated within the construction of the spaceship. Microgravity has a strong effect on places of bleeding, so a solution has been proposed to have a hermetically sealed enclosure placed over the surgical site. To create a dissimilarity between open interior surfaces and the atmosphere in the spaceship cabin, the design includes compressed air or sterile fluid.

Minimum invasive surgery includes two types of extreme medical aid -endoscopic surgery and laparoscopic surgery. Modern endoscopic equipment includes a fibre-optic camera and light source to visualize the operating field, and a variety of surgical tools to hold, manipulate, cauterize, cut, etc. Methods of laparoscopic surgery aboard is a good solution to control the situation and reduce pollution of the cabin, blood and other unforeseen facts. Finally, endoscopic surgery may be of less benefit than a more definitive laparotomy.

The future method of providing medical aid in space is surgical application involving robotic surgeons. Surgeon controls robot by using a control panel. This panel is located within the operating field, but at a certain distance from the robot and the operating table. The surgeon uses a stereoscopic system to monitor the operation. This type of emergency medical aid includes both pros and cons. Surgical robots make telesurgery during a deep space mission. However, their use will be limited until the optimum distance within which the signal exists.

Specifically to surgery, telemedicine can permit consultations and instructions during surgical procedures. When there are no specialists aboard a spacecraft capable to conduct emergency medical aid, a teleoperated surgical robot comes into play. A real issue is the communication delay of about 20 minutes via the craft and the Earth. Current telesurgical capabilities are not feasible for a deep space mission like flight to Mars. But experts can solve this problem if they refuse telesurgery and use fully autonomous robots. A potential solution to the extremely limited space aboard a spaceship is the application of a 3D printer. The problem of limited placement will be solved by a digital data base of surgical instrument templates.

Conditions that will require extreme medical aid during the flight will be rare, but we cannot ignore any of the feasible risks. Potential surgical treatment techniques should consist of self-sufficient and adaptive technology. Although the concept of surgery in space may seem esoteric. It is important to start the early planning if new stages in space travel are to be achieved. Successful implementation will rely on adaptation of core principles familiar to the surgeon. The extreme environment in space, however, influences several unique changes in human physiology that future practitioners of space surgery have to take into account. Invention and innovation will inevitably be required to meet these challenges.

References:

1. Surgery in space. S. S. Panesar and K. Ashkan. Published online in Wiley Online Library (www.bjs.co.uk). DOI: 10.1002/bjs.10908

2. Невесомость. Медико-биологические исследования / Редкол. В. П. Парин, О. Г. Газенко, Е. М. Юганов и др. — М.: Медицина, 1974

3. Человек в длительном космическом полёте. П. В. Симонова и Ю. П. Симонов; Под ред. О. Г. Газенко. — М.: Мир, 1974

Обсуждение применения БПЛА для обеспечения устойчивости перевозок по Северному Морскому Пути на уроках английского языка

Бердыгулова А.
Научный руководитель — к.фил.н. Анурова О.М.
МАИ, Москва
238uran235@mail.ru

The Arctic Ocean has been greatly affected by climate change. Future predications show an even more drastic reduction of the ice cap, which will open new areas for the exploration of natural resources and maritime transportation. Melting Arctic ice caps are likely to increase traffic in and the commercial viability of the Northern Sea Route.

The Arctic zone resources exploration is one of the main directions of Russia's development in 21st century. The entire Northern Sea Route lies in Arctic waters and within Russia's exclusive economic zone. Therefore, this area has a special geostrategic status for the country, taking into consideration the increasing role of marine areas in economic activities.

Shipping through the Arctic Ocean via the NSR could save about 40% of the sailing distance from Asia to Europe compared to the traditional route via the Suez Canal. In addition, attraction of cargo to the NSR will lead to a steady revival of maritime transportation, will allow updating the composition of the domestic Arctic fleet and improving its use.

However, a reduction in distance and growth in traffic volume does not mean a corresponding increase in cost savings due to many factors, including: navigational difficulties, non-regularity and the need for extra ice-breaking service. All of them are priority tasks for civil aviation.

Aviation could contribute to the rapid development of the strategic resource base of the Arctic zone of the Russian Federation by performing a wide range of activities in the polar region such as remote sensing of sea ice, aerial reconnaissance of the waters and ensuring the safety of navigation.

At the time, flight tasks in polar latitudes are being performed by Il-38, Tu-142 and Mi-8MA crews. UAV track meteorological and navigation conditions. Unmanned systems can also perform various tasks from searching submarines and assisting vessels in distress to sea borders control and aerial photography. However, the Arctic with its complex geographical conditions has special requirements for aeronautical equipment. Thus, UAV application has a few problems one of which is the malfunction due to the airframe icing.

The problem still has only a few solutions, but can soon be eliminated with the help of modern technologies. For example, in 2016 the "Kronshtadt Group" company has developed a special electro-impulse de-icing system that prevents icing of pitot and wing leading edge allowing the aircraft to operate at temperatures from 0ºC to -20ºC. Tests conducted at TsAGI proved it to be effective. Moreover, there are problems related to the airspace management such as lack of legal and regulatory framework in the Russian Federation in the field of unmanned aviation.

Nevertheless, UAV application in the Arctic has many advantages. Unmanned aircraft is usually of small size and light weight, therefore is easier to maintain, i.e. assembling, fuelling, repairing and etc. It flies autonomously and uses a non-aerodrome take-off and landing. Hence, vehicle can be operated with a small number of multi-skilled individuals and maintenance costs are reduced.

In conclusion, NSR development has many prospects as the national transport artery and maritime transportation support becomes more efficient with aviation, particularly UAV, included in process.

Технический английский как часть компетентности программиста в авиационном вузе

Березовский А.Д.
Научный руководитель — Осьмина К.С.
МАИ, Балашиха
sashulber@mail.ru

Сфера информационных технологий стремительно развивается и рано или поздно любой программист сталкивается с необходимостью поиска нужной ему информации, что в свою очередь порой оказывается не самой простой задачей. Именно здесь ему на помощь приходят англоязычные ресурсы, такие как специализированные сайты разработчиков, сообщества и порталы для вопрос-ответов программистов, которые обычно содержат намного больше полезной информации, чем переведённая или существующая литература на русском.

Владение техническим английским является одной из составляющих его профессиональной компетентности и даёт явное преимущество программисту. Стремление к постоянному развитию и самообразованию невозможно без знания главного языка в программировании — английского. Также следует учитывать, что английский является языком международного общения, поэтому любые руководства и мануалы для серьезных программных продуктов публикуются как минимум на этом языке.

Профессия программиста заключается в создании программ с использованием одного из языков программирования. Синтаксис и семантика подавляющего большинства востребованных языков программирования ведётся именно на английском языке. При этом используется большое количество условных обозначений: названия переменных (int value, float number), классов (class Container, class Basic), функций (void function, double del). Поэтому английский язык является неотъемлемой частью любой деятельности современного ИТ-специалиста.

Также не исключена возможность стажировки и работы за границей. Поэтому умение понимать и говорить на английском также находят практическое применение в деятельности программиста, который стремится выйти на международный уровень.

Безусловно на сегодняшний день существуют языки программирования, в которых не требуются знания английского языка. Но на современном уровне развития ИТ-индустрии, они менее востребованы, а также имеют сомнительную перспективу в развитии и удобстве. Это связано с малым количеством руководств и мануалов для серьезных программных продуктов и относительно небольшим спросом со стороны иностранных разработчиков.

Таким образом, английский язык связывает программистов по всему миру и предоставляет разнообразный набор информации. Владение техническим английским даёт преимущество ИТ-специалисту и является одной из составляющих его профессиональной компетентности.

Список литературы:

1. Амитрова М.В., Нелюбина Е. А., Комарова Е. Ю. Содержание обучения иностранному языку и его влияние на формирование социально значимых качеств для профессиональной деятельности у студентов технического вуза // АНИ: педагогика и психология. 2016. №4 (17).
2. Горина Л. М. Формирование иноязычного аспекта профессиональной компетентности студентов-программистов // Дискуссия. 2012. №1.
3. Мартин Р. Чистый код: создание, анализ и рефакторинг. Библиотека программиста. — СПб.: Питер, 2018. — 464 с.: ил.
4. Фурсина Г. А. Лингво-информационная культура выпускника технического вуза и её формирование в процессе изучения иностранного языка // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Психолого-педагогич. науки. 2008. №2.

Роль преподавателя в создании мотивации в процессе обучения английскому языку как иностранному у будущих специалистов авиационной сферы в неязыковых вузах

Бернацкая М.Т.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
maria.bernatskaya@yandex.ru

Today active globalization all over the world makes ability to communicate in English more and more important for building successful careers in all the spheres. Consequently, an English tutor in non-linguistic university have to solve the problem of giving the best possible training in English to students.

A student's motivation is one of the main conditions for successful obtaining of all the necessary communication skills in English.

Motivation is the thoughts and feelings which make us want to and continue to want to do something and which turn our wishes into action [3].

In case of students studying non-linguistic sciences English is just a means of achieving their professional goals, not the main aim of their studies. English here mainly helps international professional communication, gives the opportunity to make their work global and to stay in the international context of their chosen fields [1]. Because of this such students tend to lack clear and practical goal which frequently causes problems with motivation for learning English and in its turn becomes one of the factors of ineffective English teaching in non-linguistic universities [2].

Motivation can be of two types. They are inner motivation and outer motivation. Inner motivation is the motivation of students themselves, that is it contains subjective factors such as personal interest for some particular topics or activities, or a wish to obtain a new skill, to become more confident.

Outer motivation is defined by a student's environment and first of all – by the tutor.

Building of the motivating environment for students is one of the key principles for the English learning process organization in non-linguistic universities [1].

Thus, the process of building such environment becomes the tutor's responsibility.

First of all, a tutor can and have to help and encourage students in setting personal goals of their language learning. The notion of motivation itself has a lot to do with aims and goals. A goal (or an aim) is a very specific, clear and achievable objective that a student has to achieve in a given period of time (a term at university, whole university course in English). Correct goal gives clear guidance to a student as well as the sense of order and purpose in work. In general, it builds strong basis for necessary motivation.

Also the following strategies may help a tutor to build motivating environment in class:

1. Choosing interesting tasks and topics according to the students' field of studies;
2. Creating calm and work climate in class;
3. Paying attention to strengths and weaknesses of different groups of students;
4. Involving students in the process as much as possible;
5. Encouraging personal interests connected with English;
6. Learning the culture of English-speaking countries and their contribution to the students' fields of studies;
7. Supporting and praising student for their efforts;
8. Giving clear tasks so students do not spend much time on understanding the task;
9. Creating the relevance of English classes as much as possible;
10. Being sincerely interested in the subject and wishing to give students all the language skills they will need in their work.

Undoubtedly, motivation is very personal and individually-oriented notion. In order to create motivation different strategies will be used for different students in different groups. Hence, the problem of creating of motivating environment requires special attention to the particular students the tutor is teaching.

References:
1. Anikeeva I.G., Ovsyannikova M. N. (2017). Pedagogical conditions of training technical university students for professional activities in a foreign language. World of Science. Pedagogy and psychology, [online] 5(5). Available at: https://mir-nauki.com/PDF/63PDMN517.pdf (in Russian)
2. Zhurbenko N.L. (2018). Modern pedagogical technologies used to improve the efficiency of teaching foreign languages to students of technical specialties. World of Science. Pedagogy and psychology, [online] 2(6). Available at: https://mir-nauki.com/PDF/50PDMN218.pdf (in Russian)
3. Spratt M., Pulverness A., Williams M. The TKT Course Modules 1, 2 and 3. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. 262 p.

Особенности терминологии в области электротехники в аэрокосмической промышленности

Бирюкова Е.А.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
katbirk@yandex.ru

Electrical engineering is a large branch of science, influencing different spheres of human activities such as aerospace industry, and therefore there must be certain words that people in this field can use to explain themselves. This is what terminology is for. This can be said to be a different language with its own peculiarities and abbreviations. Here the specialists have their own language. A person who does not know the terminology of electrical engineering will not be able to understand what people in this field are talking about. In order to be an expert in the field of electrical engineering, you need to start to understand the terms, not for nothing, at the very first stage of studying the subject there is always a section called "Basic concepts and formulas", this is a very important section, since after this section, when you have a foundation, you can already more thoroughly deepen your knowledge in this area.

The word "term" comes from the Latin "terminus" (border, limit). Linguists give different definitions to the word term. Here are a few definitions. Term — (from the late Latin terminus-term, from the Latin terminus-limit, border) — a word or phrase that is the exact designation of a certain concept in the field of science, technology, art, social life. Term (Latin terminus) — 1) accepted conditional expression, the name peculiar to any science, craft; 2) term; 3) the Romans: the God of borders, which was established by the festival of Terminalia; 4) border post, column; 5) in logic: the name of the concept, as part of the judgment.

The origin of electrical engineering as a field of science began in the 19th century. England in those years occupied a leading place in the development of industry. In this country, research was conducted, new laws were discovered, and industry developed rapidly. One of the branches of development was electrical engineering. Therefore, electrical terminology originates from the English language. Other countries also conducted research, but in order for scientists from different countries to communicate with each other, a common terminology was needed.

In the XIX century, the most powerful country was England, many countries spoke English, and this language is gradually becoming an international language. In the XX century, America came to the fore, and it secured the position of the international language for English, all trade relations are conducted in this language. Science was no exception, and English became the international language of science.

Most scientific literature is written in English. This is the language of scientific conferences, research and projects.

Electricity— a property of certain fundamental particles of all matter, as electrons (negative charges) and protons or positrons (positive charges) that have a force field associated with them and that can be separated by the expenditure of energy. Resistor — late 14c., "one who resists;" 1580s, "that which resists;" agent noun in Latin form from resist. Specifically in electricity from 1905; resister was used in this sense from 1759. Transistor — small electronic device, 1948, from transfer + resistor, so called because it transfers an electrical current across a resistor. Transformer — c. 1600,

"one who or that which transforms," agent noun from transform (v.). Meaning "device to reduce electrical currents" is from 1882. Diode—1919, in electricity, "tube with two electrodes," from Greek di- "twice" (from dis "twice," related to duo, from PIE root *dwo — "two") + hodos "a way, path, track, road," a word of uncertain origin (see Exodus). Stator —"stationary part of a generator" (opposed to rotor), 1895, from Latin stator, agent noun from stare "to stand," from PIE root *sta- "to stand, make or be firm." In classical Latin it meant "an orderly, attendant upon a proconsul."

References:

1. Belyak T. A. Russian-English useful dictionary of terms. — 2nd ed., additional-M.: R. valent, 2008. — 376 p.
2. Zimmerman M., Vedeneeva K. Russian-English scientific and technical dictionary of the translator. — Moscow: Nauka, 1993. —735 PP.
3. Collins English Dictionary — Duncan Black, Robert Groves, Andrew Holmes, Helen Hucker, Cormac McKeown, Elspeth Summers, Ian Brookes — HarperCollins Publishers, 2010.
4. Fowler H.W. A Dictionary of Modern English Usage. 2nd ed. Rev. by Sir E. Gowers. Oxford; N.Y. — Oxford University Press, 1990
5. Hornby A.S. et. al. Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English. London: Oxford Univ. Press, 1980.
6. Longman Dictionary of Contemporary English. London: Pearson education Limited. — 2001

Анализ и сравнение русской и английской терминологии в области систем электроснабжения самолёта

Бобров М.Н.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
bobrow.muksim@gmail.com

According to Federal state educational standards of higher education graduates of bachelor's programs should use global information resources, use the skills of working with information from various sources to solve professional and social problems; be able to carry out social interaction in one of the foreign languages. The relevance of this study based on the need for Russian specialists to work with English-language literature. This is a necessary measure because the most widely used international language in science, technology and civil aviation is English.

The purpose of the work is the analysis and comparison of Russian and English aircraft power supply systems (APSS) terminology.

The term is a word, which is an exact designation of a certain concept of any special field of science, technology.

APSS is designed to provide the necessary power to all on-board electricity consumers throughout the flight. APSS generates electricity and converts it, making it ready for use; distributes electricity; performs a protection function. These tasks can be performed in different ways, so the structure of the APSS can vary greatly depending on many parameters.

APSS can be divided into two large subsystems: 115-200V 400Hz alternating current system and 27-28V direct current system since there are both alternating and direct current on board consumers.

The main on-board AC sources are AC generators or alternators (генераторы переменного тока). The generator rotor can be driven into rotation by an aircraft engine as part of an aircraft power plant through a constant speed drive (CSD) or aircraft asseccory gear box (AAGB) (привод постоянных оборотов (ППО)/ привод постоянной частоты вращения (ППЧВ)).AAGB is required to ensure the rotation of the rotor of the alternating current generator with constant speed independently of the operating mode of the aircraft engine. All generators work in conjunction with a generator control unit (GCU) (блок защиты и управления (БЗУ)). If the alternator does not require a constant rotor speed for operation, as well as its GCU is equipped with a frequency changer or frequency converter (стабилизатор частоты или преобразователь частоты), then the rotor is driven by the aircraft engine without use of CSD or AAGB.

As a rule modern APSS is divided into two parts so that part of the consumers are powered by generators located to the right of the central axis of the aircraft — the starboard power supply system, and the other part — from generators located to the left — the port power supply system. The port and starboard power supply systems are combined into one in case of failure in flight of one of several engines and / or generators to ensure the normal functioning of consumers. This is called board integration (объединение бортов). The integration of the sides can occur in the DC system in the case of a generator failure or other malfunctions. Thus, consumers on both sides are powered by a working generator.

The main on-board DC sources can be DC generators (генераторы постоянного тока), which are also driven by an aircraft engine.

If all the DC generators fail, the consumers of the integrated boards will continue to work by the transformer rectifier unit (TRU) (выпрямительное устройство (ВУ)). It converts AC into DC. TRU can be powered by an alternator operating both from an aircraft engine and from the auxiliary power unit (APU) (вспомогательная силовая установка (ВСУ)).

In case of a failure of all generators and a TRU and / or all engines and APU, a ram air turbine (RAT) (аварийная авиационная турбина) is automatically released from the aircraft body, which is rotation by an incoming air stream. A certain part of the APSS continues to work by it.

In the event of a failure of the RAT, all generators and a TRU and / or all engines and APU, only first category consumers (потребители первой категории) will continue to operate, who throughout the flight are powered directly by rechargeable batteries.

In the process of analysis, we relied on a classification of translation methods of terms: borrowing, tracing, literal translation, transposition, modulation. When comparing Russian and English terminology, both borrowing (реле — relays, контакторы — contactors) and literal translation (коммутационное оборудование – switching equipment). Combined methods also take place, for example, tracing with modulation elements (аэродромный источник питания – ground power source). Thus, we can conclude that despite the application of various methods of translation of terms, their meaning is almost equal in both languages, the terms carry the same semantic load and correspond to identical devices.

Лингвистические особенности междометий (на материале английских фильмов авиационной тематики)

Бодунова А.А., Пестряков П.И.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Мельдианова А.В.
МАИ, Москва
a.bodunova@mail.ru

Целью данного исследования является рассмотрение лингвистических особенностей междометий в современном английском языке. Необходимо отметить, что несмотря на активную исследовательскую работу по изучению междометий, до сих пор данные лексические единицы не получили подробного освещения. Спорным являются как вопросы классификации междометий и их места в системе языковых единиц, так и особенности их функционирования.

Изучение междометий проводится в работе на материале сценариев к английским фильмам авиационной тематики, таких как «Турбулентность», «Пассажир 57», «Перл Харбор», «Экипаж».

В рассматриваемых текстах были выявлены междометия двух видов – эмоциональные и императивные. При этом было установлено, что эмоциональные междометия встречаются в трех семантических группах и передают различные семантические оттенки. На конкретизацию значения в данном случае указывает контекст, как внутренний лингвистический (существительные, прилагательные и наречия соответствующей семантики), так и более широкий, экстралингвистический контекст.

В целом, в исследуемых текстах эмоциональные междометия представлены тремя основными группами: междометия, выражающие положительные эмоции (Aha, Bingo, Bravo,

Hah, Mmm, Ole, Ta–da, Yum, Wow, Whoo–Hoo), отрицательные эмоции (Alas, Argh, Boo, Damn, Grrr, Oh–Oh, Oi, Ow, Oops, Phew, Tut–tut–tut, Ugh, Uh–Uh, Yuk) и амбивалентные междометия, способные передавать как положительные, так и отрицательные эмоции в зависимости от контекста (Ah, Aw, Oh, Whoo). Среди императивных междометий были выделены следующие: Eh, Hey, Huh, Hup Shh, Whoa.

Проведенное исследование свидетельствует о том, что междометия оказывают значительное влияние на эмоциональную окраску текста. Их значение в большой степени зависит от интонации, ситуации и контекста. При этом, каждый язык обладает своей уникальной системой междометий, поэтому при переводе нельзя полагаться на внешнее сходство данных языковых единиц, нужно руководствоваться теми оттенками значения, которые они передают в данном конкретном тексте.

Список литературы:

1. Буянова Л. Ю., Ордули А. В. Междометие как репрезентанта эмоций: семиотико–прагматическая параметральность // Культурная жизнь Юга России. 2015. № 2 (49). – С. 59–62.

2. Григорян, А.А. Междометия в системе частей речи английского языка: (аспекты взаимодействия классов) автореф. дис. канд. филол. наук / А.А. Григорян. – Л: ЛГУ, 1988. – 16 с.

3. Николаева Е.С. Междометия в прагмалингвистическом аспекте (на материале русского и английского языков): Автореф. дисс. … канд. филол. наук. – Ростов–на–Дону, 2016. – 17 с.

Анализ происхождения и развития французской терминологии электроэнергетических, электромеханических и биотехнических систем в области авиации и кардиологического протезирования

Болилая Е.О.
Научный руководитель — Ременникова И.А.
МАИ, Москва
katerina9909@mail.ru

В настоящее время большое внимание уделяется развитию биотехнических систем. Сердечные клапаны служат для обеспечения направления крови в сердце человека. Замена клапанов может потребоваться как для обычных пациентов, так и для пилотов, испытывающих большие нагрузки на сердечную мышцу, во время их профессиональной деятельности.

В данной работе рассматривается французская терминология, которая образовалась от общеупотребительной лексики, а именно существительные «valve» и «donneur», и прилагательное «cardiaque». В современном мире приведённые три термина используют достаточно часто в различных областях, но многие могут не знать, что они употребляются в самых различных научных сферах и их лексическое значение и, соответственно, перевод могут варьироваться в зависимости от контекста.

Стоит сказать, что современная терминология возникает на основе используемых слов из бытовой лексики, которые проходят эволюцию и имеют как профессионально-научное, так и общее употребление.

Аналитика развития и внедрения термина в научной сфере актуальна многие годы. Как известно, многие языки частично заимствованы, например, французский язык относится к семье романских языков, в то время, как, немного схожий с ним, английский — язык англо-фризской подгруппы западной группы германской ветви и принадлежит индоевропейской языковой семье. Не смотря на это, их лексика, грамматика и многие другие факторы схожи, и терминология постоянно внедряется в научную, международную деятельность. Большое количество слов в двух языках имеют одинаковые латинские корни и являются взаимно понятными, но это стоит ближе относить к академической или технической специализированной лексике, чем к словам повседневного общения. Данная аналогия сравнения французского и английского языков выбрана для того, чтобы проиллюстрировать схожесть лексики на конкретном примере трёх терминов.

Создание англоязычной среды в МАИ в контексте изучения темы «Анализ перспектив развития систем спутниковой связи на примере МСПСС «Гонец» и СОС «Starlink»

Бондаренко С.А.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
sb0bdarenk@yandex.ru

Целью данного исследования является анализ применения спутниковой системы связи для обеспечения высокоскоростного и качественного подключения к Мировой сети интернет и GSM. Спутниковая связь — один из видов космической радиосвязи, основанный на использовании в качестве ретрансляторов искусственных спутников Земли, как правило специализированных спутников связи.

Особое внимание авторы работы уделяют изучению того факта, что спутниковая связь осуществляется между так называемыми земными станциями, которые могут быть как стационарными, так и подвижными (наземными, либо установленными на летательных аппаратах).

Анализируется следующая особенность: в современном мире изучение данной темы проходит в глобальном масштабе, и рабочий язык конференций и публикаций на сегодняшний день — английский. Авторы рассматривают новейшие разработки в этой отрасли на примере противопоставления отечественного и иностранного рынка, делая акцент на необходимости выстраивать научный диалог на международном уровне в рамках взаимопонимания, толерантности, соблюдения профессиональной этики.

В данном контексте овладение терминологией на английском языке по исследуемой теме имеет принципиально важное значение для становления будущего инженера–профессионала в области космических технологий.

Даются примеры научной узкоспециальной лексики, терминологии, изучение которой позволяет не только изучать профессиональную литературу на английском языке, но и вести переговоры, участвовать в международных конференциях, обмениваться мнениями с иностранными коллегами.

К примеру, словарь по данной теме содержит следующие основные термины: satellite — спутник, spacecraft — воздушное судно, launch — запуск, high speed broadband internet — высокоскоростной широкополосный интернет, constellation — созвездие, orbit — орбита.

Авторы работы расценивают проекты «Гонец» и «Starlink» как особо перспективные исследования в сфере космических технологий, способные вывести спутниковую связь на новый уровень, реализовав поставленные учеными цели.

Автор исследования анализирует рад факторов. В частности, благодаря серии удачных запусков, обе эти программы активно развиваются, подтверждая свою актуальность и необходимость. К примеру, в 2020 году, 7 января, американская компания SpaceX провела запуск ракеты-носителя Falcon 9 с 60 спутниками Starlink. Запуск прошел успешно, и все спутники доставлены на расчетную орбиту спустя час. Ранее, 27 декабря 2019 года спутниковая система "Гонец" взяла на управление запущенные с Плесецка аппараты. Три низкоорбитальных спутника связи "Гонец-М", запущенные ракетой "Рокот" с космодрома Плесецк, были переданы заказчику.

В исследовании особое внимание уделяется назначению и возможностям реализации рассматриваемых программ, с полным анализом всех преимуществ и недостатков, включая наличие такой злободневной проблемы как тонны мусора в космическом пространстве.

Делается вывод о необходимости международного сотрудничества в рамках подобных космических исследований, поскольку в условиях глобализации и новых технологий, программы такого уровня возможны только при объединении усилий ведущих космических держав. Следовательно, изучение специальной аэрокосмической лексики приобретает важнейшее значение.

Список литературы:
1. Спутниковая система связи «Гонец». [Электронный ресурс.] / Доступ свободный. Заголовок с экрана.URL: https://www.roscosmos.ru/ (Дата обращения: 26.01.2020)
2. Starlink mission [Электронный ресурс.] / Доступ свободный. Заголовок с экрана. URL: https://www.spacex.com/ (Дата обращения: 28.01.2020)
3. Проблема космического мусора в околоземном пространстве [Электронный ресурс.] / Доступ свободный. Заголовок с экрана. URL: https://theecology.ru/interesnoe/kosmicheskiy-musor-p... (Дата обращения: 01.02.2020)

Английский язык для инженерных специальностей на примере темы «Математическое моделирование применения БПЛА в целях разведки»

Борисова Е.А.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
borisovastudent@gmail.com

В настоящее время в аэрокосмической отрасли особое внимание уделяется новым технологическим подходам, применению математического моделирования с целью точного анализа сложных процессов и исключения серьезных ошибок. Для моделирования хода реальных операций, повышения их надежности, снижения стоимости, будущий процесс схематизируется на базе специально разработанных математических моделей с применением количественных методов исследования. На сегодняшний день рабочим языком большинства публикаций и конференций является английский.

По теме данного исследования автор выделяет следующие основные понятия и термины на английском языке: technical translation (технический перевод), unmanned aerial vehicle (UAV, беспилотный летательный аппарат, БПЛА), mathematical modeling (математическое моделирование), aircraft reconnaissance (воздушная разведка), Op Rsch operations research (исследование операций), measure of merit (показатель эффективности), radioactive materials (радиоактивные вещества), radiation accident (радиационная авария).

Овладение терминологией на английском языке по теме математического моделирования по мнению автора является одной из важных частей становления инженера-системотехника.

В данной работе автор делает попытку проанализировать преимущества применения БПЛА перед пилотируемой авиацией в целях ведения воздушной радиационной разведки зараженной местности. При моделировании данной операции за показатель эффективности принимается затраченное на операцию время.

Задачей данного исследования являлась разработка математической модели, позволяющей определить наиболее подходящий вид БПЛА для мониторинга радиационного заражения местности, рассмотреть разные виды БПЛА и сравнить степени их приспособленности к проведению операции.

В исследовании анализируется необходимость контроля состояния окружающей среды на базе изучения последствий радиационных аварий в Чок-Риверской лаборатории (Канада), на реакторе Sl-1 и на АЭС Три-Майл-Айленд (США), в бухте Чажма и на Чернобыльской АЭС (СССР), расплавления реактивных блоков на реакторах АЭС Фукосима-1 (Япония).

Делаются выводы о важности изучения новых технологических подходов, информационно-вычислительной техники и математических методов для моделирования реальных ситуаций, а также английского языка как средства международного общения и инструмента для сбора и анализа информации из зарубежных источников.

Список литературы:
1. Вентцель Е.С. Исследование операций [Электронный ресурс] // М.: Советское радио, 1972 г. — 552 с. / Режим доступа: https://pub.flowpaper.com/docs/https://booksedu.ru/phchem/Ventcel_Issledovanie_operacij_1972_1.pdf (Дата обращения: 10.02.2020)
2. Михайлов В.В., Самсонов А.В. Критерии эффективности беспилотных летательных аппаратов в решении задач мониторинга окружающей среды [Электронный ресурс] //

Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, 1(4), том 1 / Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/kriterii-effektivnosti-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-v-reshenii-zadach-monitoringa-okruzhayuschey-sredy-1 (Дата обращения: 23.01.2020)

3. Ростопчин В.В. Элементарные основы оценки эффективности применения беспилотных авиационных систем для воздушной разведки [Электронный ресурс] // Интернет-издание UAV.ru – Беспилотная авиация / Режим доступа: http://www.uav.ru/articles/elementary.pdf (Дата обращения: 17.01.2020)

4. Бакин Э.Н., Петрикин А.Н., Колесов Д.Г. Применение беспилотных летательных аппаратов вертолётного типа при организации воздушной радиационной и химической разведке [Электронный ресурс] // Воздушно-космические силы. Теория и практика. — No 3, сентябрь 2017 / Режим доступа: http://академия-ввс.рф/images/data/zhurnal_vks/3-2017/7-14.pdf (Дата обращения: 12.01.2020)

Выбор методов грамматического и синтаксического анализа медицинских описаний диагностики летного состава

Вафин Р.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Насыров Р.В.
УГАТУ, Уфа
vafrus74@gmail.com

Системы поддержки принятия врачебных решений применяются для того чтобы помочь врачам более точно поставить диагнозы и назначить лечение пациентам. Одна из основных проблем современных систем поддержки принятия врачебных решений является отсутствие достаточной по объёму базы знаний для принятия решений [1, 2].

Один из источников получения медицинских знаний являются клинические рекомендации [3]. Клинические рекомендации регулярно пересматриваются и обновляются в соответствии с новыми исследованиями, связанными с различными заболеваниями. Вследствие этого необходимо регулярно обновлять базы знаний, основанные на клинических рекомендациях. Ручное составление базы знаний занимает большое количество временных ресурсов. Автоматизированный анализ текста помог бы решить данную проблему. Автоматизированный анализ данного источника крайне сложен, вследствие неструктурированной и неформальной природы информации на естественном языке [4]. Для извлечения знаний требуются методы интеллектуального анализа текста.

Анализ текста подразумевает последовательное применение различных методов анализа: лексический, морфологический, синтаксический, семантический [5]. На текущий момент наибольшие проблемы встречаются на стадии синтаксического анализа текста. Проблема состоит в том, что текст на естественном языке по неструктурированной либо слабоструктурированной информацией, смысл которой человек может легко понять, но автоматизированные системы не могут точно выявить необходимую информацию.

В общем понимании синтаксический анализ – это процесс сопоставления линейной последовательности лексем (слов, знаков препинания) естественного или формального языка с его формальной грамматикой. Результатом синтаксического анализа является граф, узлами которого выступают различные терминальные (лексемы) и нетерминальные (группы лексем) символы [5]. При обработке предложений на естественном языке результатом обычно является синтаксическое дерево, узлами которого могут быть слова или словосочетания. Цель данной статьи проанализировать методы синтаксического анализа предложений и выявить наиболее подходящий метод для анализа клинических рекомендаций.

Грамматика непосредственно составляющих (НС) основана на постулате, согласно которому всякая сложная грамматическая единица складывается из двух более простых и не пересекающихся единиц, называемых её непосредственными составляющими. Представление синтаксической структуры предложения в виде иерархии НС используется в различных вариантах в формальных моделях языка, в частности в генеративной лингвистике Н. Хомского [6].

Другой способ представления синтаксической структуры предложения состоит в том, чтобы выяснить зависимости между словами в предложении [7]. Данная модель называется грамматика зависимостей. В грамматике зависимостей порядок слов в предложении не важен. Большая часть методов использует эвристические алгоритмы и машинное обучение для построения дерева зависимостей.

Одна из проблем грамматики составляющих заключается в снятии неоднозначностей (синтаксической омонимии) [5]. В русском языке существует относительно свободный порядок слов в предложении, поэтому одному и тому же предложению будут соответствовать несколько синтаксических деревьев. Для таких случаев использование подхода к анализу на основе грамматики составляющих вызывает значительные трудности. В связи с этим, значительно продуктивнее использовать подход на основе грамматики зависимостей.

Список литературы:

1. Атьков, О.Ю. Система поддержки принятия врачебных решений. //Врач и информационные технологии. – 2013. – № 6. – С. 67–75.

2. ГОСТ Р 56034-2014 Клинические рекомендации (протоколы лечения). Общие положения М.: Стандартинформ, – 2015.

3. Виноградов А. Н. Перспективные направления исследований в области клинического моделирования, управления и принятия решений //Врач и информационные технологии. — 2014. — №. 5.

4. Ермакова Л. М. Методы извлечения информации из текста //Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. — 2012. — №. 1. — С. 77–84.

5. Батура Т. В., Чаринцева М. В. Основы обработки текстовой информации // — 2016. — 45 с. — 2016.

6. Смирнов И. В. и др. Семантико-синтаксический анализ естественных языков Часть I. Обзор методов синтаксического и семантического анализа текстов //Искусственный интеллект и принятие решений. – 2013. – №. 1. – С. 43.

7. Kübler S., McDonald R., Nivre J. Dependency parsing //Synthesis lectures on human language technologies. – 2009. – Т. 1. – №. 1. – С. 1-127.

Семантическая структура фрейма «Airport» в английском языке

Ворожцова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Зайченко А.А.
МАИ, Москва
v0r0zhts0va@mail.ru

На современном этапе развития когнитивной лингвистики фрейм рассматривается как универсальная ментальная структура представления знания. Фрейм и его составные элементы создают смысловой каркас для языковой репрезентации явлений, действий или событий.

Основным элементом любой национальной авиатранспортной системы является аэропорт – комплекс сооружений, включающий в себя аэродром, аэровокзал, другие сооружения, предназначенный для приема и отправки воздушных судов, обслуживания воздушных перевозок и имеющий для этих целей необходимое оборудование.

Аэропорт, являясь объектом повышенной социальной значимости, обеспечивающим организацию воздушного сообщения, находит свое релевантное воплощение в семантике языка и представляет определенный интерес для когнитивного анализа и научного изучения. Однако до настоящего времени, насколько нам известно, не проводились значимые исследования семантической структуры фрейма «Airport» в английском языке.

В современном английском языке фрейм «Airport» представляет комплексное когнитивное образование, имеющее сложную структуру и характеризующееся внутренней иерархией отношений его элементов – субфреймов, слотов, подслотов и терминалов [2]. При этом структурные элементы фрейма обладают как облигаторным, так и факультативным статусом. Содержательное наполнение формирующих фрейм «Airport» субфреймов, слотов и терминалов определяется совокупностью универсальных и специфических компонентов.

Так, например, субфрейм «Aerodrome» является универсальным, но его терминальные слоты содержат информацию, раскрывающую специфические структурные и функциональные особенности – «Airfield», «Runway», «Taxiway» «Air Traffic Control» и пр.

Фрейм «Airport» имеет иерархически упорядоченную когнитивную структуру, включающую в себя следующие взаимосвязанные облигаторные субфреймы – «Passenger Terminal Building», «Aerodrome», «Airport Infrastructure», «Airport Operations», «Airport Services». Содержание этих субфреймов актуализируется посредством следующих базисных слотов – «Airport Operational Structures», «Passenger Services», «International Customs», «Shops and Food Services», «Support Services», «Cargo and Freight Services», «Security Services», «Safety Management», «Scheduling», «Aerodrome Technical Services» [3]. При этом факультативными компонентами макрофрейма «Airport» выступают терминалы, состав которых формирует обширная вариативная система лексических единиц.

Изучение некоторых лингвистических аспектов текстов по теме технологии нанолазеров и её применений в авионике и аэрокосмической технике

Воронин О.А.
Научный руководитель — Червяков В.И.
МАИ, Москва
woronwolkoleg@gmail.com

It‘s hard to ignore the increasing demand of the modern world for nanoscale technologies. In particular, many fields of science and industry require micro- and nanostructures capable of generating coherent monochromatic radiation impulses that can be applied for different purposes – from energy transfer to physical measurement. This is where nanolasers may be really useful.

Today the technology of nanolasers is already being used in a wide range of areas; and the perspectives of its application appear to be even more extensive. In this work, the operational principles of nanolasers are given. Also, four of the scopes, where nanolasers can be applied, are reviewed.

The first field of nanolasers application considered in this work is microelectronics. Vertical cavity surface emitting lasers (VCSELs) can be applied for the on-chip integrated optical interconnects, which can significantly decrease the energy consumption and heat dissipation of the chip.

Another area where nanolasers can find their use is high precision sensing. The gas-phase sensors based on plasmonic nanolasers showed the ability to detect specific molecules in air under normal conditions with sub-part-per-billion sensitivity. During the demonstration of this technology, two explosive molecules, 2.4-dinitrotoluene and ammonium nitrate, were detected.

The third considered scope for nanolasers technology is cryptography. High-rate evaporation of a specific solvent causes stochastic distribution of organic solution into discrete capillary bridges with regulated position and alignment and random sizes, creating physically unclonable topography of nanowire lasers which can be used as a cryptographic primitive.

The last topic considered in this work is far-field applications of the nanolasers. The optical vortices phenomen, which can be induced using the nanolaser technology, can be exploited for a number of important applications, including optical trapping, optical manipulation, metrology, imaging and free-space communication.

Роль владения английским языком в обеспечении безопасности и качества международных перевозок

Ворсунова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Аникеева И.Г.
МАИ, Москва
a3429330@gmail.com

Одна из главных задач ИИЯ МАИ заключается в том, чтобы способствовать созданию англоязычной образовательной среды в вузе. На это направлены усилия преподавателей 5 кафедр Института иностранных языков МАИ, которые обучают английскому студентов инженерных факультетов и студентов Института иностранных языков. Одной из самых интересных тем в ходе занятий иностранным языком для студентов является тема "Безопасность авиаперевозок".

Быстрое развитие авиационной отрасли тесно связано с технологической модернизацией авиатранспорта. В эксплуатацию вводятся новые модели самолётов, спецтехники и различных новых механизмов, которые обслуживают летный парк. В 2003 году Международная Ассоциация воздушного транспорта (IATA) приняла единые для всех стран Программы международного аудита безопасности.

Безопасность перевозок – это обеспечение сохранности жизни человека: забота о постоянном повышении квалификации пилотов; строгий медицинский контроль летного состава; усовершенствование систем безопасности и авиационной техники; проведение мероприятий по досмотру и контролю пассажиров и экипажа перед посадкой с целью недопущения угонов самолётов, террористических актов и т.п. Помимо этого, согласно нормам IATA авиационный билет становится «страховой гарантией» безопасности жизни пассажиров и сохранности их багажа, т.е. на время полёта является страховым свидетельством.

Помимо перевозки пассажиров, в международной системе авиаперевозок существенное место занимает перевозка грузов. По сравнению с другими форматами транспортировки грузов, их международная перевозка воздушным транспортом не является самой масштабной из-за высоких тарифов. Авиаперевозки являются самым дорогим способом транспортировки. Тарифы на международные авиационные перевозки грузов устанавливаются в зависимости от характеристик груза. По статистике, авиаперевозка грузов занимает 1% от всего веса перевозимых товаров и 10% от их стоимости. Тем не менее, авиаперевозка грузов имеет определённые преимущества – это быстрая связь с любым государством мира; связь с аэропортами России, которых насчитывается более 180. В авиаперевозках существует ряд ограничений на размеры груза. Некоторые грузы не подлежат перемещению по воздуху без создания особых условий: это — ядохимикаты, взрывчатые и горючие вещества, боеприпасы и т. д. Существует также строгая регламентация оформления сопроводительных документов; условий безопасности и создания удобств пассажирам. Согласно с решением Варшавской конвенции 1929 г. авиакомпании ответственны перед пассажиром в случае его увечья или смерти, а также потери багажа во время перевозки. Страховая сумма может составлять до 20 тыс. $ США.

Для оптимизации условий работы на международных перевозках применяется английский язык, который представляет собой совершенно самостоятельный язык, изучать который приходится всем, кто работает в авиации и связан с международными авиаперевозками. Пилоты, бортинженеры и авиадиспетчеры, родным языком которых не является английский, должны хорошо понимать друг друга, так как пользуются стандартизированном профессиональном ИКАО. [Денисова, 2018, № 3]

На английском принято издавать все руководства пользователя для воздушных судов, памятки при перевозке грузов, регистрационные билеты. Также с помощью английского языка происходит важнейшие коммуникации между членами экипажа и пассажирами. Аннотации к летательным аппаратам пишутся на английском языке. Следует иметь в виду, что свободного владения английским для использования летательных аппаратов в частном

порядке, а также для работы в отрасли недостаточно. Требуются специальные знания, профессиональная подготовка по языку. [Денисова, 2018, № 6] Чтобы обеспечить комфортность и безопасность участников полёта и тех, кто находится на земле, каждый пилот и частный владелец летательного аппарата обязаны знать английский язык.

Именно по этой причине существуют специализированные курсы обучения английскому языку для авиации. Немалую роль в обучении специализированному английскому языку играет и Авиационный учебный центр МАИ.

Список литературы:

1. Денисова О.И. Влияние заимствований на формирование авиационно-космической терминосистемы в английском языке. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2018. № 3. С. 118-123.

2. Денисова О.И. Особенности перевода авиационной терминосистемы с английского языка на русский. Мир науки, культуры, образования. 2018. № 6 (73). С. 649-651

Big Data in Aerospace

Горбунова Е.А.
Научный руководитель — Филинков А.О.
МАИ, Москва
kateswep@mail.ru

Nowadays people are getting more and more interested in Big Data. Companies declare new concepts, buy and sell personal information, think about new methods of machine learning. So what is Big Data, what are its functions and what problems can it cause? I will try to explain all these points to you.

Big Data is various tools, approaches and methods of processing structured and unstructured data in order to use it for specific tasks and purposes. This term was introduced by Clifford Lynch, editor of magazine ‘Nature’ in 2008 in a special issue that was dedicated to the explosive growth of world information.

It is impossible to process a lot of incoming digital information with traditional tools. The data analysis allows us to see certain regularities that a person cannot see. It gives us an opportunity to optimize all areas of our life — from public administration to production and telecommunications.

According to the forecasts, humanity will form 40-44 zettabytes of information by 2021. And by 2025 it will grow 10 times. Research analysts believe that we cannot live without data, and security will play a crucial role in our life. Also, the authors of the article are sure that the technology will change the economic sphere entirely.

The following are three principles of working with data:

1. Volume — data is measured by physical quantity and occupied space on a digital medium.

2. Velocity (or speed) — information is regularly updated and intelligent technologies of Big Data are necessary for real-time processing.

3. Variety — a lot of information can have heterogeneous forms and be partially structured. For example, social networks use big data in the form of texts, videos, audio, financial transactions, pictures etc.

Outer space projects are some of the most complicated because of the amount of information. Marina Shatskaya from the Astro Space Center of the Physics Institute of the Russian Academy of Sciences spoke about the use of the method of radio interferometry with extra-long bases, called ‘Radioastron’ and ‘Millimetron’. The essence of the method is to combine the observations made by several radio telescopes located at considerable distances from each other. The big data problem here is the need for continuous processing of information coming from telescopes and reaching a volume of 120 terabytes per month. At the same time, the total amount of stored data to be analyzed is about 5,000 terabytes. In the new Millimetron project, which the Astro Space Center is currently working on, along with colleagues from other countries, the data volumes will grow significantly, to hundreds of petabytes. The need to process such an amount of information forces us to create and use new techniques for the transfer, storage and analysis of big data.

The more we know about a particular subject or phenomenon, the more accurately we learn the essence and can predict the future. By removing and processing data streams from sensors, the Internet and transactional operations, companies can predict a product demand, and emergency services can prevent technological disasters. Here are some examples outside the business and marketing sectors of how Big Data technologies are used:

• Health. The knowledge about diseases, treatment options, more information about medications can help us deal with diseases that were considered incurable 50 years ago.

• Prevention of natural and man-made disasters. The most accurate forecast in this area saves thousands of lives. The task of intelligent machines is to collect and process a variety of sensor readings and help people to determine the date and place of a possible cataclysm.

• Law enforcement agencies. Big Data is used to predict the upsurge of crime in different countries and take deterrent measures where the situation requires it.

The key feature of Big Data is the presence of both a lot of points of "entry" information into the database, and a lot of points to take Big Data away. The question of data storage security is crucial. Easy access to information can lead to the leakage of personal data. Machine learning mechanisms allow you to get information about user passwords, health and finances, which is a violation of the law.

Nowadays we must clearly understand that our data is a great value for different companies. It is necessary to develop systems for the safe storage of our information. It depends not only on the economic and technological sphere, but also on the legislative one.

Thus, Big Data is a powerful mechanism, capable of predicting many events, but at the same time it is a weapon directed against the personality.

Английский язык для инженерных специальностей в МАИ на примере темы: "Преодоление языкового барьера для мирового научного сообщества и членов экипажа МКС"

Грачев Е.В., Хабулиани Т.О., Панина Ю.М.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
sol.sys2183@gmail.com

Сегодня ведется активное международное сотрудничество в рамках космических исследований. Реализуются совместные научные программы как на Земле, так и в космосе, проводится множество пресс-конференций, встреч с зарубежными партнерами, в ходе которых необходимо уметь выстраивать диалог, свободно общаться на английском языке.

Актуальность работы заключается в анализе современного состояния и перспектив создания социальных и лингвистических программ для обеспечения эффективной научной работы коллективов ученых-исследователей, представляющих различные культуры, говорящих на разных языках.

Целью данного исследования является изучение социальных, культурологических, речевых особенностей общения представителей разных народов в рамках научно-исследовательских проектов.

Анализ научных работ в данной области показывает, что Российские ученые, исследователи, лётчики-космонавты активно сотрудничают с иностранными коллегами для совместного развития и реализации космических проектов.

Автор рассматривает одним из значимых примеров эффективного взаимодействия интернациональных коллективов программу исследований на Международной космической станции (МКС), функционирующей на орбите с 1998 года. Отмечается, что за это время на МКС успешно работали 249 космонавтов из разных стран и 47 из них – граждане России. Ставится вопрос об изучении условий эффективности совместной продуктивной деятельности.

Отмечаются следующие российские наработки:

1. наличие особой системы обучения космонавтов и технических специалистов в области аэрокосмоса, которая не имеет аналогов за рубежом;

2. адаптация данной системы к развивающейся международной космической программе на протяжении 50 лет космических исследований;

3. наличие положительных результатов использования российской программы подготовки космонавтов для реализация успешного диалога отечественных и иностранных специалистов на орбите.

К примеру, для решения проблемы межличностных коммуникаций, реализуемых в процессе связи космонавтов с Центром управлений полётами или при общении членов экипажа между собой, используется особые программы, подготовленные научными сотрудниками Института медико-биологических проблем РАН, Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского. Особые занятия с психологами позволяют космонавтам

контролировать скорость реакции в критических ситуациях, переключать внимания при переходе с одного языка на другой, при решении социокультурных вопросов на орбите.

Особое внимание уделяется тому факту, что сегодня английский язык для потенциальных космонавтов / астронавтов выступает не только как цель, но и как инструмент образования при прохождении спецподготовки при изучении зарубежных космических кораблей и модулей станции. Это готовит специалистов к эффективному межкультурному сотрудничеству в процессе выполнения задач орбитального полёта к МКС.

Авторы исследования полагают, что международные программы подготовки космонавтов имеют прекрасные перспективы, а высококвалифицированная подготовка космонавтов России поможет выполнению задач, поставленных перед всеми участниками, будет содействовать расширению влияния российской школы космонавтики.

Отмечается, что английский язык для будущих инженеров аэрокосмических вузов играет важную роль в профессиональном становлении. Примеры лексики: международный экипаж МКС — ISS international crew, подготовка космонавтов / астронавтов — astronaut / cosmonaut training, межкультурные особенности — intercultural features, спецтренировки — special training. Делается вывод о важности развития программ подготовки интернациональных научных коллективов к совместной работе по космическим исследованиям.

Список литературы:

1. Липко Ю.Г. Межкультурная деловая коммуникация как вид риска международной деятельности ТНК [Электронный ресурс] / Научный журнал: Бизнес-образование в экономике знаний, 2019, № 1. / Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/mezhkulturnaya-delovaya-kommunikatsiya-kak-vid-riska-mezhdunarodnoy-deyatelnosti-tnk (Дата обращения: 26.01.2020)

2. Новикова М.Л. Language as an information system and communication tool: on earth and space orbit [Электронный ресурс] / Научный журнал: Бизнес-образование в экономике знаний, 2019, № 1. / Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/yazyk-kak-informatsionnaya-sistema-i-sredstvo-obscheniya-na-zemle-i-na-kosmicheskoy-orbite (Дата обращения: 26.01.2020)

3. Дворядкина Н.А. Обучение космонавтов профессионально ориентированному английскому языку на основе проектной методики [Электронный ресурс] / Научный журнал: Русистика, 2016 / Режим доступа https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-kosmonavtov-professionalno-orientirovannomu-angliyskomu-yazyku-na-osnove-proektnoy-metodiki (Дата обращения: 01.02.2020)

4. "Мы устраивали совместные ужины". Как россияне и американцы общаются на МКС [Электронный ресурс] // bbc.com. — 12 сентября 2018 / Режим доступа: https://www.bbc.com/russian/features-45490284 (Дата обращения: 10.02.2020)

Словообразовательная характеристика авиационной терминологии

Григоровский В.В., Ериков К.М., Джафаров Э.Э.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Коротаева И.Э.
МАИ, Москва
grislavapro@gmail.com

Focusing on the arbitrariness and artificiality of this word-forming method, we can offer the following definition: abbreviation is an arbitrary process of reducing the name of an object, and the abbreviation is the result of this process: an artificially introduced (by the appropriate institution, author, etc.) nominative abbreviated unit. "Traditionally, abbreviation is distinguished as an independent way of word formation". "Abbreviation is typical for various fields of terminology and for professional jargon".

The purpose of this work is to study abbreviations and truncated words used in aviation English.

Sources of linguistic material for research were the following dictionaries: "English-Russian and Russian-English aviation dictionary"," a dictionary of English abbreviations for international air transport ". Abbreviations and truncated words were selected from these lexicographic resources by targeted sampling.

The relevance of this work is due to the need to study aviation English against the background of the rapid development of the world aerospace industry, the introduction of advanced aviation technologies and the expansion of international cooperation in the field of aviation.

In the system of abbreviations, according to the functional properties of use in texts of different genres, there are two fairly large groups of abbreviations: textual and terminological, the differences between them are that the text abbreviations are used by the authors individually, they are usually accompanied by explanations either in the text itself or in footnotes. Often text abbreviations can become common knowledge. Terminology abbreviations and terms are names used in this science only in a special variant form and therefore included in the system of common names, so they are understandable to specialists in this field of science and do not need explanation.

Aviation abbreviations and abbreviations have a number of word-forming semantic and grammatical features and are used in all types of aviation activities. In the scientific and technical literature, they occupy a special place, since they are focused mainly on representatives of certain professional groups with extralinguistic knowledge. In order to ensure the security of the entire system, the emphasis in manuals and documents is placed, for example, on aeronautical information, where special abbreviations, expressions and codes are provided for the presentation of certain messages in the professional environment. published collections indicate differences from the abbreviations of ICAO. But it should be said here that no part of these documents and publications has the right to be reproduced without the consent of the International civil aviation organization.

This paper analyzes abbreviations and truncated words that are common in the aviation vocabulary of the English language. There are the following structural types of abbreviations: 1) abbreviation initial styles: a) narrow vocabulary use; b) the lexicon has become a household noun and included in everyday life; 2) difficult-abbreviated words: a) with a compound of the initial syllables of phrases; b) with the connection of letters and syllables, c) consisting of a truncated word and the initial of the abbreviation; d) truncated words; 3) mixed type abbreviations: a) initial type abbreviation + digit; b) abbreviations of the initial type + symbol. By the number of components identified: a) one -, b) two -, C) three -, d) four -, d) five -, e) six -, g) seven-component abbreviations. The resulting classifications allow you to see the structural diversity of abbreviations and truncated words.

Among abbreviations and truncated words, homonyms and synonyms are distinguished. Feature abbreviation in aviation English dictionary is the large number of acronyms, homonyms and abbreviations-synonyms.

Thematic groups are defined, which include abbreviations and truncated words: 1) "Air vehicles": a) "Aircraft"; b) "Helicopters"; 2)"Engines"; 3)"Organizations"; 4)"Control Systems"; 5)"Instruments and devices"; 6)"Equipment"; 7)"Processes". The need for this classification is due to the desire to systematically study abbreviated words used in the aviation vocabulary of the English

language. Grouping lexical units into thematic groups is a universal and effective way to introduce and consolidate vocabulary in the teaching of aviation English. By studying abbreviations and truncated words distributed in thematic groups, students will be able to significantly expand their vocabulary, as structured vocabulary is quickly and easily remembered.

Подбор лётного состава в ПАО «Аэрофлот — Российские авиалинии» по материалам иностранных источников

Гущин К.В., Агеев М.Н.
Научный руководитель — Журавлева М.А.
МАИ, Москва
kirill1997xbox@gmail.com

Персонал в компании является фундаментом и опорой в компании, с помощью которого организация приходит к определенному результату и достигаются поставленные цели организации, и как следствие определяется уровень и успешность компании. ПАО «Аэрофлот» — крупнейший в России холдинг, динамично развивающаяся российская авиакомпания и национальный перевозчик. Исходя из этого следует вывод, что кадровый состав в данной организации несет важную роль в существовании и достижения поставленных целей перед компанией. В ПАО «Аэрофлот» все сотрудники делятся на две большие категории:

Наземный персонал (техническое обслуживание, ремонт, продажа билетов и услуг)

Лётный персонал (бортпроводники, летный состав)

Для бортпроводников основным требованием является знание английского языка, так как обучение специальности происходит внутри компании. Для лётного состава намного серьезнее и ответственное требование. ПАО «Аэрофлот» на протяжении долгих лет продолжает сотрудничество с учебными заведениями гражданской авиации. Основные участники программы сотрудничества, с помощью которых Аэрофлот подбирает себе основную часть пилотов: УИГА, СПБГУ ГА, СЛУГА, ККЛУГА, Бугурусланское ЛУ.

Пилоты откликаются на вакансию через интернет, телефон или электронную. Все отклики попадают в руки специалиста по подбору пилотов. Но одним из основных условий является невозможность принятия пилотов с военным пилотским удостоверением, по той причине, что тип ВС отличается. Рекрутер изучает наличие всех необходимых документов, задает уточняющие вопросы и запрашивает дополнительную информацию. Если все документы присутствуют, то кандидат приглашается на собеседование с начальником отдела персонала и специалистом по подбору персонала. По прибытию в ПАО «Аэрофлот» кандидаты проходят небольшое собеседование в виде нескольких вопросов.

После проверки документов, будущий пилот отправляется на местную квалификационную комиссию. После успешного прохождения ВЛЭК и МКК – сдаются экзамены и происходит зачисление в отряд и подписание трудового договора. С момента подписания трудового договора пилот считается официально работающим в компании ПАО «Аэрофлот – Российские авиалинии».

Список литературы:

1. Агеев М.Н., Семина А.П. Использование технологии SMM в подборе и отборе персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №2. — С. 8-12.

2. Тихонов А.И. Подбор персонала с использованием нетворкинга // Наука и бизнес: пути развития. — 2019. — №6(96). — С. 170-260.

Создание англоязычной среды в освоении аэрокосмических профессий — задача современного образования

Дебдина Е.Г.
Научный руководитель — Сельвесюк Н.Л.
МАИ, Москва
debdina2013@yandex.ru

Proficiency in English in the aerospace industry is important for a number of reasons. One of them is the lack of up-to-date information on new developments in Russian. Now (under the sanctions), foreign information on relevant technologies and projects is almost inaccessible or very limited. Technical documentation and literature are written generally in English. That is why many companies when hiring young professionals focus on the ability to work with flight operational documentation in the developer's language.

However, in the aerospace industry, the market for specialists with basic knowledge of translation theory, practice, and cross-cultural communication remains unsaturated. We have a lot of talk about the shortage of staff. But this does not mean that we have a physical shortage of people. There are people, but their level of qualification corresponds to the knowledge and approaches of 10-15 years ago. It is obvious that there is a gap between the new trends and requirements for personnel and the basic level that most people still have. [Pogosyan M. A. 2017.]

The increasing role of knowledge of English as the language of aerospace professions is dictated by the rapid development of the aerospace industry. The number of international air routes is steadily increasing. At the same time, the competition in the air transport market is increasing, and therefore the requirements for flight staff are also increasing. Guided by the requirements of ICAO (the International civil aviation organization), the Russian air fleet, consisting mainly of "foreign cars", assumes that pilots are required to know English at least level 4. In this case, the language factor acts not only as a necessary condition for a clear and coordinated work of aviation specialists, but above all, as a certain guarantee of the safety of thousands of people during flights.

The requirements for air traffic controllers, who must be completely familiar with the phraseology of radio exchange in English, are also high. [Zubanova S. G. 2019]

A reliable staff base in the aviation and space industry of the Russian Federation depends directly on the successful development of aerospace technologies and science. Graduates of aerospace universities are formed as individuals with technological thinking, while humanitarian skills, such as knowledge of English, foreign language communication and professional foreign language, take a special role in the qualification of aerospace specialists. Consequently, universities are faced with an urgent task: creating an English-language educational environment.

It is necessary to teach the future specialist to work in a system of broad international cooperation — this is a modern requirement. A modern engineer needs to be fluent in English and know the economy, because there are almost no purely engineering tasks today... MAI participates in close international cooperation with foreign partners. More and more students from other countries are coming to study at our University. It is welcome when MAI students go on internships in other countries. [Poghosyan M. A. 2016]

The target of students of MAI and other educational institutions of aerospace profile at the present stage is to actively study professional English of engineering specialties, to acquire English-language professional communication. MAI is rapidly developing its vector for creating an English-language University environment.

References:

1. Zubanova S. G. Development of linguistic education in aviation higher education: problems and prospects of implementation of the main educational program of the linguistic master's degree. Society: sociology, psychology, pedagogy. 2019. No. 3. Pp. 120-123.

2. Poghosyan M. A. We must train specialists who solve the problems of the future. 2016.

3. Poghosyan M. A. points of growth: Mikhail Poghosyan spoke about the strategy of MAI.2017.

«Как попасть в отряд космонавтов» в тематике занятий по английскому языку

Деева Е.В.
Научный руководитель — Козлова Е.В.
МАИ, Москва
janediver2@gmail.com

MAI has an important task: creating an English-language educational environment. Therefore, in the educational process, in scientific events, and in independent work, considerable attention is paid to the English language of aviation subjects. One of the interesting topics discussed in the process of learning English is the topic "how to become an astronaut".

The international space station (ISS) is the most expensive project in the history of mankind. Many people dream of getting to the ISS, but only the most patient and persistent find themselves there. If the applicant passes all the stages of selection and officially becomes a candidate for cosmonauts, he will have to prepare for the flight for another 8-15 years. But this does not guarantee that the candidate will end up in space. Many of the candidates work only on Earth throughout their lives, performing a wide range of tasks related to space activities. To begin with, to become an astronaut, a future candidate must have a good performance in school. After school, it is desirable to enter a technical University, experience in the specialty is also very valuable. Even if the candidate is suitable for all parameters, but you do not have work experience, then most likely they will not take him as an astronaut. Both a man and a woman can submit documents to the cosmonaut team. Age — up to 35 years. The procedure for submitting documents is divided into two main stages: correspondence and full-time. The correspondence stage is a difficult bureaucratic procedure for collecting personal and medical documents. After the candidate passes the correspondence stage, where the Commission approved his candidacy, he goes to the full-time stage of selection, in which he passes a lot of different tests. It may take several months to process medical documents. Not all medical tests can be done for free, Blood is tested on 146 different indicators. They should all be within the normal range.

The state Corporation "Roskosmos" and the Center of cosmonaut training. Yuri Gagarin opened selection for the cosmonaut squad in the summer of 2019. The full-time selection stage includes several important tests: physical training, psychological test, test of knowledge of the Russian language and history of Russia, test of knowledge of cosmonautics and space technology, as well as full-time medical selection. About 50 % of candidates are eliminated on a psychological test. At this stage, the candidate is interviewed by several psychologists, who look for problem points to understand in what situation the candidate may get out of control. After passing the psychological test, a medical check begins (usually this stage does not cause problems) and a check of General physical fitness.

After a physical and medical check, a large Commission is assembled with doctors and the leadership of the space industry, and experts decide who will be lucky enough to become a candidate for cosmonauts. This is the end of the selection process, but the main work is just beginning: the selected people will continue to receive General space training for, as a rule, two years. Then a state exam is held, where you get some kind of mark. After that, it becomes clear that a person who has undergone General space training (OKP) can become a test astronaut. After the candidate passes the exam, his status in the work record changes and the entry "test cosmonaut of the state Corporation "Roscosmos" appears.

In addition to training on zero-gravity simulators, astronauts also train with a parachute, and during the descent by parachute (from a height of about 4-6 km) before the opening of the dome itself, the cosmonaut must have time to solve the logical problem that is given to him. It has a headset that reads what the person is saying, you need to read the condition of the problem and solve it during the flight. This trains the psychological state in an extreme situation, when you need to act quickly. There are also tests for survival in absolutely any conditions of the Earth, the most cruel test is considered to be survival in the forest in winter. After passing the exam, cosmonauts are prepared for

flight, it lasts about 8-15 years. And only after that, the candidate can be assigned to the crew that will fly into space.

Список литературы:

1. Грановский Ю., Овчинников И. Как стать космонавтом: пошаговая инструкция // Популярная механика. 2017. № 4. URL: https://www.popmech.ru/technologies/366182-kak-stat-kosmonavtom-poshagovaya-instrukciya/. (Дата обращ: 14.02.2020).

2. Шелыганов Е. Неземные испытания. Как тренируются космонавты // Чемпионат.com. 2019. URL: https://www.championat.com/lifestyle/article-3895099-kak-trenirujutsja-kosmonavty-trebovanija-podgotovka-trenirovochnyj-plan.html. (Дата обращ: 14.02.2020).

«Эпидемиологическая безопасность в российских аэропортах» в тематике занятий по английскому языку у студентов МАИ

Демина П.Н., Ульянкин А.И.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
polina.n.demina@gmail.com

В современном мире человек сталкивается с множеством угроз, одной из которых являются инфекционные болезни, распространяющиеся на большие расстояния. Необходимо создавать и совершенствовать методы борьбы, чем занимается наука эпидемиология.

Целью данной работы является анализ существующих методов обеспечения эпидемиологической безопасности в российских аэропортах.

Актуальность данного вопроса обусловлена быстрыми темпами развития авиационного транспорта, а также появлением новых инфекционных заболеваний, таких как коронавирус в Китайской Народной Республике.

Анализ научных работ показывает, что сегодня эпидемиологическая безопасность обеспечивается мерами эпидемиологического мониторинга и профилактики.

Мониторинг осуществляется при помощи дистанционной термометрии, проводимой специалистами санитарно-карантинных пунктов:

1. переносными тепловизорами (инспектор проверяет пассажиров, держа прибор в руках);
2. стационарными тепловизорами, подключенными к ПК.

Например, переносной тепловизор Testo 890 с функцией Fever Detection может определять относительную температуру тела человека на основе разницы между температурой «здоровых» людей и «потенциально больных». В случае выявления у пассажира повышенной температуры тела или обнаружении характерных симптомов инфекционной болезни, в зависимости от уровня опасности заболевания, больного незамедлительно изолируют либо госпитализируют в инфекционную больницу для дополнительного обследования.

К профилактическим мерам эпидемиологической безопасности относят дезинфекцию помещений аэропортов и самолётов, меры личной гигиены, использование масок для защиты органов дыхания (одноразовые маски меняют не реже 1 раза в 3 часа), частое мытьё рук с мылом или протирку их кожными антисептиками, проведение влажной уборки салона самолёта с использованием наименее токсичных зарегистрированных средств, протирание контактных поверхностей (подлокотников кресел, пряжек ремней безопасности, т.д.) дезинфицирующими салфетками или растворами дезинфицирующих средств, уборка и дезинфекция туалетов, использование одноразовой посуды.

После освобождения салона от людей проводится заключительная дезинфекция средствами на основе хлорактивных и кислородактивных соединений, официально разрешёнными ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) и ИКАО (Международной организацией гражданской авиации) способом орошения (раствор с помощью гидропультов и автомаксов распыляется до аэрозоля, который покрывает обрабатываемые объекты). Дезинфекции также подвергаются грузовой отсек самолёта, аварийные устройства, пледы и подушки.

Указанные меры ведут к пресечению стремительного распространения инфекционных заболеваний.

В 2020 году люди столкнулись с эпидемией коронавируса из КНР, быстро распространяющегося по всей планете благодаря высокому уровню развития транспорта, в особенности, авиаперелётов. На данный момент, меры по обеспечению эпидемиологической безопасности в аэропортах активно обсуждаются, пересматриваются и совершенствуются, чтобы уберечь человечество от дальнейшего увеличения эпидемии и предотвращения подобного в будущем.

В связи с угрозой распространения инфекционных заболеваний, меры по обеспечению эпидемиологической безопасности обсуждаются на международном уровне. Именно поэтому в данной тематике так важно знание английского языка.

Студентам аэрокосмических вузов, изучающим предложенную в исследовании тему в англоязычных источниках, потребуется знание следующих терминов: infectious disease (инфекционная болезнь), epidemiology (эпидемиология), epidemiological safety (эпидемиологическая безопасность), thermometry (термометрия), imager (тепловизор), health unit (здравпункт), symptoms (симптомы), infectious diseases hospital (инфекционная больница), preventive measures (профилактические меры), disposable mask (одноразовая маска), disinfection (дезинфекция), irrigation method (способ орошения).

Авторы делают вывод о крайней важности принимаемых сегодня мер по эпидемиологической безопасности.

Список литературы:

1. Рекомендации по проведению профилактических мероприятий и дезинфекции транспортных средств для перевозки пассажиров в целях недопущения распространения новой коронавирусной инфекции от 13.02.2020 [Электронный ресурс] / Роспотребнадзор (Дата обращения: 14.02.2020).

2. Алиса Титко – В Шереметьево о коронавирусе [Электронный ресурс] / Комсомольская правда – 26.01.2020 / URL: https://www.kp.ru/daily/27083.5/4155082 (дата обращения: 19.02.2020).

3. Дезинфекция воздушного судна [Электронный ресурс] / Московская городская санитарная служба — 2019 URL: https://dezoff.ru/dezinfektsiya/dezinfektsiya-vozdushnogo-sudna/ (дата обращения 19.02.2020).

4. Гигиенические требования к аэропортам и аэровокзалам гражданской авиации, Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы [Электронный ресурс] / СанПиН 2.5.1. – 2010 / URL: https://pandia.ru/text/77/140/153.php (дата обращения: 19.02.2020).

Investigation of the effect of electron-beam treatment on the surface of samples obtained by additive technologies from aluminum and cobalt-chromium powders (based on English-language articles)

Джафаров Э.Э., Ериков К.М.
Научный руководитель — к.т.н. Теряев Д.А.
МАИ, Москва
jafarow.emil2016@yandex.ru

Processing of parts using concentrated pulsed energy flows (CPEF) is not inferior to the classical methods of surface chemical, mechanical and thermomechanical processing. On the contrary, the use of CPEF allows to achieve record manufacturing accuracy, surface roughness (Ra∼0.05-0.06 microns), as well as the formation of a unique physical and chemical state of the surface layer of the material. Also, the advantages of CPEF include environmental friendliness and high performance (the cross-sectional area of energy flows varies from 30 cm^2 to 1 m^2, and the pulse duration — from 10 ns to several tens of microseconds).

A significant disadvantage of CPEF in comparison with other methods of surface treatment is the high science intensity. This is due to the fact that it is necessary to conduct long-term and

expensive studies of the influence of irradiation modes on the structural-phase and physical-chemical state of the surface layer of samples.

The most effective and available type of CPEF is high-current pulsed electron beams (HPEB).

Improving the performance properties of materials is one of the most pressing and complex problems in modern materials science. This problem can be overcome using concentrated energy flows, which allow creating nanostructured states with a high set of properties in the surface layer of the material. The knowledge and experience gained so far in the use of high-current pulsed electron beams (HPEB) show that its widespread introduction into practice is hindered by the existing gaps in the study of the laws of electron-beam effects on the physical-chemical and structural-phase state of the processed material made with the help of additive technologies and its influence on the mechanical properties of these materials.

Thus, the topic devoted to the need to obtain basic knowledge about the influence of high-current pulsed electron beam processing modes on the physical and chemical state of surface layers and operational properties, as well as experimental identification of the physical nature of changes in the structural and phase states of surface layers of alloys obtained by the method of additive technologies, after irradiation (HPEB), is very relevant.

Samples made by additive manufacturing from aluminum and cobalt-chromium powders were selected as the material. Irradiation of these samples was carried out at the “GEZA-MMP” plant under different treatment modes.

The study results were obtained: the nanostructure in the surface layers of the irradiated samples; according to the physico-chemical state of the material in the surface regions (chemical composition, phase composition, structural characteristics, residual stress and surface roughness) of the processing modes of HPEB on the accelerator “GEZA-MMP”; the effect of preliminary mechanical treatment on physical-chemical state of material surface layer formed during irradiation of HPEB; the optimal modes of electron-beam processing of samples made of aluminum and cobalt-chromium powder were evaluated.

Влияние искусственного интеллекта на управление самолётом и на связь диспетчеров и пилотов, не понимающих друг друга

Дмитроченко Б.А.
Научный руководитель — Чепракова Л.А.
МАИ, Москва
bonjour937@icloud.com

There is no doubt that artificial intelligence (AI) is about to shake up the world of work. But we do not know the face of this technological revolution at this time. Will she give birth to a "replaced" man, as feared, in the 19th century? A "dominated" man who will lose control of his destiny? A "raised" man, as transhumanists dream today? Or a "rehumanized" man who values his intuition and his imagination?

What would happen if the machinery reaches such a degree of perfection that man can, with a snap of his fingers, produce all that is necessary? The fear is all the stronger today that there are machines capable of making better decisions than humans. But technological innovations do not destroy manual or intellectual labor; on the contrary, new technologies have no negative effects on employment due to compensation phenomena.

The machine can interpret a phenomenal amount of data, it can deprive people of their expertise. This unbalanced collaboration between man and the intelligent machine could achieve commitment to work. If the program succeeds better than him, how can we not fall into the trap of a total delegation that looks like an automatic decision submission? To avoid this trap, we defend the principle of "ethics-by-design", which excludes deep learning machines because their designer programs the working rules and defines the concept of success but he does not know how they lead to their results.

Celebrated with exaltation by transhumanism, the man-machine couple is supposed to have unsuspected faculties. The augmented man entrusts the machine with repetitive tasks in order to devote himself to work that requires intellectual curiosity, initiative and interpersonal skills. In the

fields of law, AI can sort through case law, which allows the lawyer to devote himself fully to pleadings, listening to the client and building networks.

To the dominated man some oppose the figure of the rehumanized man. According to them, the worker of tomorrow will not be content to delegate repetitive tasks to the machine: they will explore day after day the constantly reinvented boundaries of "properly human" — creativity, adaptation, intuition, imagination, initiative, risk taking. We can insist that this rehumanization by rehabilitating our ultra-sociability is bound up with a revaluation of the place of our emotions.

Thus this exploration shows us that AI cannot entirely replace humans, but they can work together and achieve formidable results: machines will process data in figures and will complete difficult programs and algorithms; man will choose the optimal decision in non-standardized situations.

Возможности и перспективы использования беспилотных летательных аппаратов для доставки (грузовых БПЛА) в России на примере разработанной модели БПЛА с учетом международного опыта (по материалам англоязычных сайтов)

Дружинина Д.В.
Научный руководитель — Зудилова Е.Н.
МАИ, Москва
dashadr-99@yandex.ru

Unmanned aerial vehicles in the modern world is a rapidly developing field of technology. The area of their application is quite large: from the delivery of payloads to the use of copters for entertainment purposes.

The world community has already observed the experience of using UAVs for cargo transportation. For example, Domino's Pizza used a quad copter to deliver pizza to New Zealand customers in 2013. Also there was an attempt to create a similar service from Dodo Pizza together with Copter Express in Russia. The company Amazon, the largest online retailer, introduced the Amazon Prime Air copter. It was assumed that purchases made on the Amazon site would be delivered to customers within a short period of time directly to their home. They state on the official website the service is currently available in the United States, Great Britain, Austria, France and Israel. Against the background of these projects, the American company Zipline stands out. They launched the delivery of blood, platelets and plasma across the country in Rwanda and Ghana. According to the materials of the Wikipedia, about 65 % of blood delivery in these countries is carried out using "zips" (the UAV's own name from Zipline).

The huge advantages of using UAVs are compensated by their disadvantages. This is the range of the drone, its load capacity, the problem of losing copter's network and the possibility of its falling on people. All this is solved by installing particular sensors and engines with enough power, which is taken into consideration in this project. A major obstacle to the development of commercial transportation with using UAVs is the lack of a legal framework which would regulate UAV flights, and the lack or imperfection of the UAV certification procedure.

So, the practical importance of the UAV is great. As a blood and medicine carrier, copters can transport a payload from one hospital to another with an operating network of communication between different hospitals (within the same city or region). Also, UAVs can deliver cargo to the customer in a few minutes. That is an advantage over couriers.

Variably, UAVs are used for spraying reagents in agricultural industry, for detecting forest fires and for taking pictures of the landscape in the mining industry.

To conclude the use of UAVs as cargo carriers is a promising direction for the future accompanied with economic efficiency.

Влияние коронального дождя на степень воздействия солнечной активности на человека (на основе англоязычных статей)

Дубровина А.Р.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
anastasiadubrovina18@gmail.com

«Weather anomaly» is a phenomenon that occurs in many forms in the solar system — like methane rain on Titan, iron snow on Mercury, water rain on the Earth. Rain has recently been discovered in the sun, which consists of plasma dripping from giant magnetic loops in the solar corona.

The process of solar rain falling out of magnetic loops known as null-point topologies is similar to water rain on the Earth. Drops of plasma, high-energy gas whose atoms have had some or all of their electrons ripped away, having ushered from the surface of the sun, when plasma is cooled, it condensed and after all returns back forming a dome.

There are two major solar mysteries. The first is related to the problem of coronal heating — how and why the sun outer atmosphere is 300 times hotter than its surface. The plasma that does escape is a part of another mystery that worried scientists: that is slow solar wind.

With mission such as the Parker Solar Probe, scientists can use data from null-point topologies to help uncover the rest of the sun's mysteries.

The study of the following phenomena such as the sun surface, and coronal rain, helps to assess the impact of solar activity to the atmosphere and magnetic field of the Earth. The variations in the level of solar activity lead to the change in values of temperature, pressure, humidity, etc. related to the environment and a human-being. A large number of scientists state the fact that the sun influences our mental and physical abilities that is why this issue is considered to be of great importance.

There are some important facts that help scientists to reveal the mystery of the sun and answer up-to-date questions.

1) What physical processes cause coronal rain?

As electrons, protons and ions are electrically charged, they can gracefully go down the curved loops of magnetic lines near the solar surface.

2) What does it look like?

The rain creates the effect of the surrealistic volume. It falls down enveloping this volume along the magnetic lines.

3) How warm is the rain in the sun?

The rain temperature is about 50000 degrees Kelvin.

4) What is the duration of a solar rain?

The coronal rain lasts about 10 hours. Recent observations have testified that the coronal rain in loops, smaller in size, can continue till 30 hours.

The researches are under way and there is a great possibility to know more about the sun.

References

1. NASA Scientific Visualization Studio https://svs.gsfc.nasa.gov/
2. SDO | Solar Dynamics Observatory https://sdo.gsfc.nasa.gov/
3. Sun's rain could explain why corona heat is insane | New Scientist https://www.newscientist.com/article/dn18020-suns-rain-could-explain-why-corona-heat-is-insane/?ignored=irrelevant
4. Астронет | Корональный дождь на Солнце http://www.astronet.ru/db/msg/1412088
5. Дождь на Солнце: Горячая корона | Журнал Популярная механика https://www.popmech.ru/science/9619-dozhd-na-solntse-goryachaya-korona/
6. Жар короны: Ударный разогрев на Солнце | Журнал Популярная механика https://www.popmech.ru/science/6477-zhar-korony-udarnyy-razogrev-na-solntse/
7. Официальный сайт NASA https://www.nasa.gov/
8. Сайт NASA на русском https://rusnasa.ru/

«Беспилотные летательные аппараты на службе у человека» в тематике занятий английским языком в Институте иностранных языков МАИ

Евдокимова В.Р.
Научный руководитель — Козлова Е.В.
МАИ, Москва
eviktoriia@yahoo.com

Unmanned aerial vehicle (UAV; in colloquial speech also “drone” or “drone”) – an aircraft without crew on board [1].

The history of the UAV begins in 1903, when the brothers Wilber and Orville Wright made their first flights on a Flyer 1 aircraft equipped with an internal combustion engine. In 1910, the American designer Kettering designed the world's first unmanned aerial vehicle for military use. The apparatus he created with a charge of up to 120 kg, having reached the target, stopped its movement and fell in a certain, pre-established place, like an air bomb. By order of the US Army in 1918, 45 such drones were made, which were called "flying torpedoes" [2].

One of the main purposes of modern UAVs (drones) is to search and collect information about various objects. UAVs patrol roads, inspect bridges and evaluate their condition using 3D applications, monitor the facilities under construction, monitor the safety of UNESCO monuments and important oil and gas facilities.

In the US, drones collect information for the Department of Transportation about traffic jams, the condition of dirt roads, and the presence of potholes on the road. UAVs can measure the depth of holes and assess the severity of road and bridge damage.

Security drones can monitor objects using real-time aerial surveillance cameras. For example, the RAS robotic security system is a set of drones, base stations and software that work together to quickly collect data on patrol territory.

For cases where visual inspection is not enough, Swiss engineers have developed an omnidirectional dodecopatter designed for contact inspection of structures. If a conventional drone can easily be unbalanced by a simple push to the side, a drone developed at the Zurich Swiss Higher Technical School can touch the object, since the twin rotors on the swinging shoulders allow it to maintain a stable position when applying force to the examined surface.

Earlier here, in Zurich, a drone was developed that can look into the hollows of trees and allows biologists to obtain information about their inhabitants: birds, mammals, insects, mushrooms.

UAVs can not only take beautiful pictures from above, but also create an amazing space. For example, Space Creator Drone is equipped with a projector – while flying, it draws moving pictures on the wall, transferring the viewer to virtual reality [3].

The European Emergency Number Association (EENA) announced earlier this year that it intends to consider options for using drones in emergency services: drones will continuously monitor the status of both potentially dangerous territories and already affected areas, transmitting status information controlled territories to the relevant governing bodies.

The whole range of possible applications for drones can be conditionally divided into 4 main groups: emergency detection, participation in emergency response, search and rescue of victims, damage assessment from emergency situations.

Also, drones can be useful not only in case of emergency, but also for medical purposes. For example, a graduate of one of the Austrian universities has developed a system that allows using drones to urgently deliver defibrillators in the event of a heart attack in humans. It is assumed that drones on which the necessary resuscitation kit is installed will be managed by medical personnel. These devices managed to prove their effectiveness, in the future they plan to provide all units of the Ministry of Emergencies of Russia. Thus, the development of unmanned aircraft makes it possible to make a person’s life safer [4].

Список литературы:

1. Авиация: Энциклопедия / гл. ред. Г. П. Свищёв. М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. — 736 с.

2. Беспилотные летательные аппараты. Дроны. История. Информационный портал Avia.pro — Новости авиации. 14 апреля 2014 г. https://naukatv.ru/articles/551. (дата обращения: 17 февраля 2020 г.)

3. Дроны на службе у человека. naukatv.ru. 5 июня 2019 г. https://naukatv.ru/articles/551. (дата обращения: 18 февраля 2020 г.)

4. Иванов А. Беспилотники на службе спасателей. Интернет-издание iot.ru. Новости интернета вещей. 8 декабря 2016 г. https://naukatv.ru/articles/551. (дата обращения: 16 февраля 2020 г.)

Обучение студентов магистров Московского авиационного института в Шанхайском университете Цзяо Тун

Епихин В.И., Горбачёв А.С.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Коротаева И.Э.
МАИ, Москва
s.t.e.v96@mail.ru

Nowadays, getting an education abroad is not only a good way to get a prestigious education, but also a great opportunity to look at familiar things from a different angle and in completely different conditions. Successful completion of studies abroad will mark not only the presence of a good baggage of knowledge, a unique experience of life outside Russia, but also allow you to have an international diploma, which provides excellent opportunities for further education and career growth.

For the third year in a row, the Moscow Aviation Institute gives its students an excellent opportunity to study at Shanghai SJTU University. At this stage of development, the joint educational program includes bachelor's and master's degrees. Bachelor's degree involves three terms (3, 4, 5 semesters) of study at SJTU. Masters after admission study for the first year in Shanghai, then they return to Russia, where they study for the second year and defend the diploma. After successful defense and graduation, Russian students again go to SJTU, but for six months, to prepare and defend the thesis. At the end of the master will have 2 diplomas, one of which is international. The entire magistracy is based within the framework of the Russian-Chinese wide-body aircraft CR929 project. Therefore, the main goal of the educational program is to create mutually beneficial relations between the two sides, develop cooperation and attract more young professionals to the project as a whole. In total, 95 MAI students study under the combined Russian-Chinese programs.

- Directions of the undergraduate program:
- Aircraft building
- Aircraft engines
- Rocket systems and Astronautics
- Directions of the master's program:
- Product lifecycle management
- Aircraft engines
- Composite materials
- Onboard aircraft system [1]

Shanghai Jiao Tong University (SJTU), as one of the higher education institutions which enjoy a long history and a world-renowned reputation in China, is a key university directly under the administration of the Ministry of Education (MOE) of the People's Republic of China and co-constructed by MOE and Shanghai Municipal Government. Through some 120 years' unremitting efforts, SJTU has become a comprehensive, research-oriented, and internationalized top university in China. Today this centennial university is sailing for the aim of becoming a comprehensive, research-oriented and internationalized world-class university. [2]

References:

1. https://mai.ru/
2. http://en.sjtu.edu.cn

Optimization of the blade geometry of the gas turbine engine input guide for additive manufacturing (based on English-language articles)

Ериков К.М., Джафаров Э.Э.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ионов А.В.
МАИ, Москва
kirill_adler@mail.ru

The blades of the gas turbine engine input guide are one of the most important components of an aircraft engine. The design of these blades is characterized by a high level of originality of technical solutions, a special design with a rather complex mechanism for regulating their angle, ensuring the preservation of a constant air supply speed, reducing the load on the compressor, as well as many other requirements. Modern methods of calculation, as well as the state of the theory and practice of designing the geometry of the input guide blades cannot accurately predict the results of design decisions. In this regard, the main criterion for the reliability of design solutions is deep and extensive experimental research. To date, dozens of tests are required to create an effective design of the input guide blades. Traditional technologies for the production of complex structures, in particular stainless steel parts, do not meet the requirements either in terms of time or cost of work. In this connection, there is a need to introduce new breakthrough technologies for fast and accurate manufacturing of a wide range of gas turbine engine parts. One of these technologies is selective laser melting (SLM).

Often, in the conditions of pilot production, the time spent on the production of the blade is about one month. The traditional technological process includes more than ten operations. It is possible to reduce the time required for developing the process by using SLM technology.

The main interest of the aerospace industry in SLM technology arises as an alternative to traditional technological methods for the production of functional parts. This is a new approach to designing and manufacturing parts compared to traditional methods. The main advantages of replacing traditional part technologies with the SLM process are reducing the production cycle time of small-scale production by an order of magnitude; reducing and simplifying the process chains.

With the use of SLM technology, the production cycle of the input guide blades will be reduced several times, while providing the opportunity to obtain new functional and design features of parts with a new set of operational properties.

The development of the technological process for manufacturing the blades of the input guide device using the SLM technology is a complex, multi-variant task that requires taking into account a large number of various factors. The method of designing such manufacturing technologies will reduce the complexity and cost of developing new experimental technological processes.

In the process of performing the research, three blanks of the input guide blades were made from a metal-powder composition of steel using the SLM technology (vertical melting, melting at an angle of 45 degree, horizontal melting) with the growing direction from the lower axle to the upper one. The blanks were manufactured in a protective environment followed by hot isostatic pressing and heat treatment.

Main technical parameters:

- Working area dimensions: 280 x 280 x 350 mm;
- Laser power: 400/1000 W;
- Build speed: 20/35 cm^3/h;
- Scanning speed: 15 m/s;
- Layer thickness of workpieces and process supports: 30 microns.

Parameters of hot isostatic pressing:

- Temperature: 1130°C;
- Exposure time: 3 hours;
- Pressure 170 MPa.

Parameters of heat treatment:

- Annealing at a temperature of 650°C, holding for 3 hours with further air cooling;
- Quenching at a temperature of 1000°C, holding for 75 minutes with further cooling in oil;
- Aging at a temperature of 550°C, holding for 3 hours with further air cooling.

This paper considers the use of additive technologies in the manufacture of blades of the gas turbine engine input guide device, in particular, optimization of the geometry of these blades for additive manufacturing. The technological process of blade production has been developed and its efficiency has been determined. The conducted research shows possible prospects for the introduction of additive technologies in the production process of a wide range of gas turbine engine parts.

Лингвистические особенности авиационных текстов на английском языке

Жиркова А.О., Самошкин Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Мельдианова А.В.
МАИ, Москва
nastiazhirkova@mail.ru

Целью исследования является рассмотрение стилистических, лексических, морфологических и синтаксических особенностей научно-технических текстов, в частности текстов авиационной тематики. Английский язык является языком международного общения, большое количество величайших изобретений создано англоязычными учеными; именно по этой причине научные тексты на английском языке долгое время остаются в поле зрения ученых во всем мире [3, с. 37], что и обусловливает актуальность исследования.

В ходе проведенного анализа авиационных текстов на английском языке было выявлено, что на лексическом уровне рассматриваемые тексты характеризуются наличием специальной терминологии и фразеологии, широким использованием аббревиатур и акронимов. Среди синтаксических средств можно отметить четкое и краткое изложение материала, точность и краткость выражения мыслей, отсутствие средств экспрессивности.

На грамматическом уровне тексты авиационной тематики отличаются четким построением абзацев, отсутствием вводных слов и конструкций, использованием, главным образом, простых предложений, большим количеством пассивных, инфинитивных, герундиальных и причастных конструкций, многообразием союзов и союзных слов, указательных местоимений, предложений с повелительным наклонением.

В целом, в ходе проведенного исследования было установлено, что все основные особенности, присущие текстам научно-технического характера, характерны и для текстов авиационной тематики.

Список литературы:

1. Айзенкок С.М., Багдасарова Л.В., Васина Н.С., Глущенко И.Н. Научно-технический перевод. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003.

2. Глушко Т.Ю. Эквиваленция в переводах технической документации. – М.: Билд, 2007.

3. Гришанович И.А., Мельдианова А.В. Особенности англоязычных научных текстов авиационной и космической тематики // Успехи современной науки и образования. Том 3, №5. – Белгород, 2017. – С. 37-39.

Methods of information protection from "Brute force" attack (based on English-language sources)

Жуйков И.О., Кузьмин Г.Ю.
Научный руководитель — Мусина Е.Д.
МАИ, Москва
vanyok.zet@yandex.ru

Login data is a priority target for a wide range of cyber-criminals because users are not serious enough about protecting their own data. Due to a study in 2019 that analyzed the more than 5 billion passwords that have been exposed, users often use very similar and simple passwords, such as "123456" or "qwerty", in essence they wrote the first thing that came to their mind.

That's why attackers, using the brute force method, quite easily access the personal data of a huge number of users.

From the mathematical point of view, it is a method of solving the problem, which consists in a sequential search of all possible combinations until the correct one is found. In our case, cracking a password is presented as such a mathematical problem. As the password consists of a limited number of symbols, to be exact 94, it includes 26 letters of the English alphabet of upper and lower case, 10 digits and 32 special symbols.

If we imagine that a password can contain from 6 to 9 characters, we will get about fifty three quintillion combinations of possible passwords. However, according to an analysis of five billion passwords, most people don't think about using special characters or even upper case letters, which leads us to only a few trillion combinations, and if we add to this the fact that so many people add their personal data to passwords, such passwords are cracked from a few seconds to a few minutes thanks to modern computer power.

From a developer's point of view, the following protection measures should be introduced:

1) Using Progressive delays. The essence of this method is that accounts are blocked for a while after several unsuccessful login attempts. The lockout time increases with each new unsuccessful attempt.

2) Using the request-response test on the login page to prevent automated submissions. Simply speaking, everybody is familiar with CAPTCHA, which will ask the user to enter a word or solve a simple mathematical problem, thus proving that it is not a robot. This method is effective, but it creates some inconveniences when using the site.

However, all these methods can be ineffective if the attackers have special skills and knowledge that allow them to bypass these precautions, so the most effective protection will be the user's self-defense, to protect your data is necessary:

1) Create a long password of letters, numbers and special characters

2) Do not use personal information or any login elements in your password.

3) Create unique passwords for all accounts

4) Change passwords at least once every couple of months

Список литературы:

1. Ашот Оганесян. "Анализ 5 млрд паролей. Часть третья."// https://www.devicelock.com [сайт]. [2020] URL: https://www.devicelock.com/ru/blog/analiz-5-mlrd-parolej-chast-tretya.html (дата обращения 16.02.2020)

Английский язык на инженерных специальностях МАИ на примере темы: «Использование новых конструкционных материалов — важнейший фактор совершенствования авиационной техники»

Жуков Е.Ю., Овчарова П.А.
Научный руководитель — Федотова Л.А.
МАИ, Москва
jezzacome@gmail.com

The current stage of development of aviation technology is characterized by toughening the operational parameters of the product design, increasing power in conditions of fierce competition. Particular importance is given to the choice of materials used in the design of aircrafts. The creation of new materials and their introduction into the aviation increase the characteristics of the liners and open up new flight opportunities.

Most of the first aircrafts were made of wood, the fuselage and wings were covered with fabric, but you can’t expect such materials to be highly resistant to speed and temperature loads.

The manufacture of metal alloy aircraft was first proposed in Germany. The name of this material is duralumin, it is an alloy of aluminum with copper and small amount of magnesium.

Over the years, it was necessary to improve the alloys, as the speed and altitude increased. Another problem was weight reduction of the aircraft. For this purpose alloying of high-strength alloys was created. An example is an alloy of aluminum-copper, zinc and magnesium, which has strength of 550-580 MPa and high ductility [2]. For the first time, this alloy was used for the creation

of the TU-154 passenger aircraft as the upper surface of the wing, which significantly reduced weight, and the lower part, which is subjected to stretching, remains made of duralumin.

For responsible and power structures of the aircraft, it was proposed to use an alloy that was made by adding a small amount of zirconium to change the structure of the metal (chopping grain). According to the research, such an alloy was more reliable and durable. Tests were carried out by specialists from Airbus, and nowadays it is used for aircrafts such as the A-318 and A-319.

At present, a new class of materials is being developed, about which Zaplatin V.N. and others write, these are laminated aluminum-glass plastics. They are an alternation of layers of aluminum and fiberglass [1]. A study of the lining and fuselage of the A-380 Airbus at workloads was made and it was revealed that the crack in such a material practically does not grow.

The most promising materials in the development of aircraft industry are composite materials. Carbon fiber is the main representative of these materials. For example, in Boeing 787, 55-60% of the materials are composite ones. The fuselage, wing and plumage are made up of carbon fiber, which reduced the proportion of aluminum by 15% [2].

The aircraft industry is the most titanium-capacious one, where the titanium sheet is used for the manufacture of engine screws, housings, wings, engines, sheathing, pipelines, fasteners and so on. The glider of a modern civilian aircraft employs 15 – 20% of titanium parts. VT23 and VT23M titanium alloys provide aircraft airliners with 20-30% reduction in weight and construction cost in comparison with other materials, and also increase their operational reliability by 25-35% [4].

As noted by D. Kolchanov, additive technologies also play their role in the aviation. The parts of various shapes and sizes are created in layers from powders of metals with the help of lasers. The creation of parts by this method attracts aircraft designers due to its economy, the ability to optimize a shape at the model stage and significantly reduce weight. Is it possible to print a plane on a 3D printer? At the moment, there are already printed drones, but these modern technologies are not reliable enough to create a full-size aircraft for carrying passengers [3].

The revolutionary changes taking place in the aircraft industry in recent years are associated with the creation and expansion of the use of new technologies that can fundamentally change the quality indicators of manufactured products. The correct choice of the material of structural elements can significantly improve the weight and flight tactical characteristics of the aircraft, as well as reduce material costs for its production and operation. It also contributes to solving the tasks that airlines set for themselves, in terms of speed and range of flights, and in the durability of aircraft. And perhaps in the near future we will see the world's first aircraft, fully printed on a 3D printer.

References:

1. Zaplatin V.N., Sapozhnikov Yu.I., Dubov A.V. // Fundamentals of materials science (metal working) // textbook for students. institutions environments. prof. education. Publishing Center "Academy". 2017. P. 272.

2. Winged metals and alloys [Electronic resource] — 2019. — Access mode: https://www.nkj.ru/archive/articles/10700/.

3. Kolchanov D.S. // Development of equipment and technology for growing products by the method of selective laser melting of stainless-steel powders // The dissertation for the degree of candidate of technical sciences. MSTU named after N.E. Bauman. 2018. P. 138.

4. Metotechnics [Electronic resource] — 2015. — Access mode: https://www.metotech.ru/art_titan_2.htm.

Изучение новых планет для заселения последующими поколениями (на основе анализа англоязычной литературы)

Жупикова А.А.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
annazhupikova@mail.ru

Due to the increasing number of planets being discovered and due to the detailed, multiwave analysis, we are able to provide strong observational tests of theoretical models of planet formation and evolution.

Discovery is performed on celestial body WASP-12b, a new transiting extrasolar planet with Rpl = 1.79±0.09 RJ and Mpl = 1.41±0.10 MJ. This planet has an average density only 24% that of Jupiter, thus making it a member of a growing class of extrasolar gas giants which all have notably large radii. The position of WASP-12b among the other studied exoplanets in the mass–radius plane can be evaluated.

The planet and host-star characteristics were derived from a special analysis of the transit photometry and radial velocity facts. Hot Jupiter Class has an equilibrium temperature of Teq= 2516 K testified by its very short orbital period P = 1.09 days around the twelfth magnitude hot host star. WASP-12b is also the most heavily irradiated celestial body with the shortest planet period as it is mentionedin publications. The albedo of WASP-12b is 0.064 at most. Albedo is measured on a scale from zero – anabsolute black body that absorbs all light – to one – a perfect white body that reflects all light. The Moon is about two times more reflective than the WASP-12b; the Moon has an albedo of 0.12.

The planet is on a risky spiral into its parent star WASP-12, which consumes exoplanet. The scientists confirm that the astronomers are actually witnessing the inscrutable hot Jupiter as it slowly but steadily spirals inward.

WASP-12b is a puffed-up gas giant, transiting its Sun-like star at the distance of just 0.02 astronomical units about nine times the earth-moon distance. The short distance means that strong tidal forces act on the planet stretching it out to an egg shape. In 2017, a team of scientists declared that the planet's orbit can be shrinking: The time intervals between successive transits across its star are decreased by 29 milliseconds per year. So, since the planet discovery in 2008, its orbital period has been shortened by 0.3 seconds. Currently, new evidence supports the idea that we are viewing the last stage of this planet's existence.

Alternatively, the planet's orbit could be slightly eccentric. A change in the orbit orientation (known as apsidal precession) could then give a gradual shift in transit times. But unless WASP-12b has a weird interior that somehow resists the tidal gravitational forces of its parent star, it is difficult to explain how its orbit can remain eccentric.

Now, the latest Spitzer Space Telescope observations of the system which is at the distance of 1,300 light-years in the Auriga constellation, argue in favor of the planet's orbital decay.

This discovery will help theorists to understand the internal behaviour of stars and interpret other data relating to tidal interactions. It also gives us glimpses of the lifetime of Hot Jupiters Class, a clue that might help shed light on the formation of these strange and unexpected planets.

Ever since the discovery of the first "hot Jupiter" investigators have wondered how long such planets can survive. The strong gravitational interactions should cause the planet to spiral inward and its destruction, but nobody would predict how long it could take place. It might be millions of years, it might be billions or trillions. Now the researchers have measured the rate, for at least one system — it will take millions of years —there is a new clue on the behaviour of stars as fluid bodies.

In general it becomes feasible to observe new phenomena as the state of the arts. This allows to make new appreciation and to study profoundly our infinite Universe for future inhabitants.

References:

1. Planet WASP-12b Might Be on a Death Spiral into its Parent Star. Sky and telescope. https://www.skyandtelescope.com/astronomy-news/planet-wasp-12b-death-spiral/

2. Planet WASP-12b Is on a Death Spiral – Heading Toward Certain Destruction. SciTechDaily. https://scitechdaily.com/planet-wasp-12b-is-on-a-death-spiral-heading-toward-certain-destruction/
3. Planet WASP-12b is on a death spiral, say scientists. ScienceDaily. https://www.sciencedaily.com/releases/2020/01/200108131723.htm
4. In About 3 Million Years, WASP-12b Will Spiral into its Star and be Consumed. Universe Today. https://www.universetoday.com/144580/in-about-3-million-years-wasp-12b-will-spiral-into-its-star-and-be-consumed/
5. Exoplanet given three-million-year death sentence. New Atlas. https://newatlas.com/space/exoplanet-wasp12b-three-million-year-death-sentnece/

Особенности научного стиля английского языка на примере аэрокосмической тематики

Задорожный М.В., Марченков О.Л.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ-КАИ, Казань
toboss@mail.ru

Features of the scientific style of the English language on the example of aerospace topics (Особенности научного стиля английского зыка на примере аэрокосмической тематики) Задорожный М.В. Марченков О.Л., Научный руководитель — Урманова Л.Э. КНИТУ-КАИ, Казань toboss@mail.ru

Among the many existing written styles nowadays, one of the most relevant and often used is scientific. Every day in the world there are all kinds of technical innovations, the discovery of new phenomena, the invention of new technologies. Accordingly, the language needs the appearance of new terms to describe and denote these phenomena. The leading role among specialists in most areas is English. Firstly, a huge number of world technical inventions accounted for by British and American scientists. Secondly, due to some political and economic factors, the English language is dominant in most areas of modern life. Thirdly, due to the relative simplicity of its lexical and grammatical structure, it is easier to learn than many other languages. It is for this reason that scientific texts in English play and for many years to come will play an important role throughout the world. As for the scientific style, one of its most important tasks is to generalize and streamline the facts and environmental phenomena. This style can be characterized by a clear construction of paragraphs, a rare use of introductory constructions, and an ordered connection between the parts of a statement. In addition, the scientific style is characterized by the significant use of abstract vocabulary, terminology, and the use of words in specific meanings, the presence of special phraseology and complex syntactic constructions. Based on the foregoing, it is safe to say about the specifics of the scientific style [2]. One of the main features of a scientific and technical text is an accurate and complete presentation of the material with an almost complete absence of expressive elements that can often be used in fiction. Speaking about the peculiarities of aviation texts, it should be noted that scientific and scientific-technical texts on aviation topics are characterized by a concise presentation of thought, and, therefore, there is a tendency to use simple sentences. Since in aviation we are faced with the complex and expensive equipment control, there is a need to create instructions for controlling aircraft; radio information exchange with a flight control center is required. So, in such cases, aviation texts are characterized by the frequent use of imperative mood. It is worth noting that the aviation industry forms a whole layer of special vocabulary around itself, which includes borrowings from other languages and forms new terms from already existing ones. In the vocabulary of scientific aviation texts, a large number of terms and abbreviations are used. Terms are words or phrases that indicate processes, concepts, scientific phenomena, for example: pilot, aviation, fuel combustion. It can be either simple terms such as oxygen, resistance, velocity, or complex (compound) terms formed by compounding: gas + meter = gasometer, turbine + generator = turbogenerator, ampere + meter = ammeter Abbreviations are literal shortenings of phrases, for example: mph (miles per hour), CST (Crew Space Transportation), ISS (International Space Station) [2].

There should be noted a widespread usage of indicative digital values in scientific and technical texts on aviation and space topics, all of them are certain characteristics of an aircraft, characterizing its length, mass, thrust, and so on, for example: MQ-9A Reaper, RQ-11B DDL. Thus, the scientific and technical style of the English language, characterized by an abundance of specific professional terminology, digital meanings and the absence of expressive elements, is most suitable for the search and processing of scientific and technical information.

References:

1. Grishanovich I.A., Meldianova A.V. Features of English-language scientific texts on aviation and space topics. // Successes in modern science and education 2017, Volume 3, No. 5 p. 37-38 URL: https: //elibrary.ru/download/elibrary_29320063_17344033.PDF (accessed 09.02.2020).

2. Kurlandskaya V.V., Fedulova A.N. Aerospace abbreviations as a way of language economy. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23911585_17120187.pdf (accessed 09.02.2020).

Использование лексики зарубежных публикаций на занятиях по английскому языку со студентами технических специальностей МАИ на примере анализа прибора непрерывного мониторинга гликемии

Зайцева К.К., Антипушина Е.С.
Научный руководитель — Жаринова Е.Г.
МАИ, Москва
kseniyakulun@mail.ru

Nowadays the number of adults living with diabetes is about 460 million, and more than 1 million children and adolescents suffer from type 1 diabetes, which requires constant insulin injections. With regard to the dosage, it is determined by monitoring blood glucose (glycemia).

In the case of insufficiently effective management of the disease, a person may experience many serious complications associated with the cardiovascular system, which can lead to frequent hospitalizations and premature death. To prevent complications, the patient must regularly monitor glycemia. Several decades ago, this was possible only in clinical conditions. Today, the patient can measure glucose levels on his own using a glucometer. Measurements are carried out 5-12 times a day by piercing a fingertip and applying a drop of blood to a test strip for analysis. Undoubtedly, this procedure reduces the quality of life not only because of the inconvenience and pain of the procedure, which is especially traumatic for children but also because of the need to purchase new test strips.

Advances in modern medicine and technology have allowed the development of a new method for recording changes in blood glucose concentration — continuous glucose monitoring (CGM). Abbott's innovative Freestyle Libre provides current glucose information as well as a specific previous period of time. The main objective of the device is to improve the quality of life of the patient by eliminating the painful finger puncture procedure. The Freestyle Libre system consists of a sensor, which is inserted under the skin and automatically measures the concentration of glucose every 15 minutes, and a scanner, which visualizes the glucose data collected by the sensor.

Despite the significant advantages over glucometers, the device requires some improvements. Firstly, there are no generally accepted standards for the operational parameters of CGM systems. Secondly, the device does not inform of dangerously low or high glucose levels. Thirdly, data can only be obtained by attaching the scanner to the sensor, information is not transmitted when the sensor is more than 4 cm away from the sensor. Fourth, in Russia, there is no access to a mobile application that would make it possible to more effectively control the course of the disease.

The method of continuous monitoring of glucose levels is a promising direction in improving the quality of diabetes management. It is necessary that more patients have access to CGM, this would make it possible to evaluate the effectiveness of the method quickly, develop new ways to improve it, and, of course, significantly improve the quality of people's life with diabetes.

Список литературы:

1. IDF Diabetes Atlas, 2019. URL: https://diabetesatlas.org/en/.

2. Аметов А.С. Сахарный диабет 2 типа. Проблемы и решения. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015.

3. Официальный сайт Freestyle Libre в России: https://www.freestylelibre.ru/libre/.

Использование лексики зарубежных публикаций на занятиях по английскому языку на примере анализа прибора непрерывного мониторинга гликемии

Зайцева К.К., Антипушина Е.С.
Научный руководитель — Жаринова Е.Г.
МАИ, Москва
kseniyakulun@mail.ru

Nowadays the number of adults living with diabetes is about 460 million, and more than 1 million children and adolescents suffer from type 1 diabetes, which requires constant insulin injections. With regard to the dosage, it is determined by monitoring blood glucose (glycemia).

In the case of insufficiently effective management of the disease, a person may experience many serious complications associated with the cardiovascular system, which can lead to frequent hospitalizations and premature death. To prevent complications, the patient must regularly monitor glycemia. Several decades ago, this was possible only in clinical conditions. Today, the patient can measure glucose levels on his own using a glucometer. Measurements are carried out 5-12 times a day by piercing a fingertip and applying a drop of blood to a test strip for analysis. Undoubtedly, this procedure reduces the quality of life not only because of the inconvenience and pain of the procedure, which is especially traumatic for children but also because of the need to purchase new test strips.

Advances in modern medicine and technology have allowed the development of a new method for recording changes in blood glucose concentration — continuous glucose monitoring (CGM). Abbott's innovative Freestyle Libre provides current glucose information as well as a specific previous period of time. The main objective of the device is to improve the quality of life of the patient by eliminating the painful finger puncture procedure. The Freestyle Libre system consists of a sensor, which is inserted under the skin and automatically measures the concentration of glucose every 15 minutes, and a scanner, which visualizes the glucose data collected by the sensor.

Despite the significant advantages over glucometers, the device requires some improvements. Firstly, there are no generally accepted standards for the operational parameters of CGM systems. Secondly, the device does not inform of dangerously low or high glucose levels. Thirdly, data can only be obtained by attaching the scanner to the sensor, information is not transmitted when the sensor is more than 4 cm away from the sensor. Fourth, in Russia, there is no access to a mobile application that would make it possible to more effectively control the course of the disease.

The method of continuous monitoring of glucose levels is a promising direction in improving the quality of diabetes management. It is necessary that more patients have access to CGM, this would make it possible to evaluate the effectiveness of the method quickly, develop new ways to improve it, and, of course, significantly improve the quality of people’s life with diabetes.

Список литературы:

1. IDF Diabetes Atlas, 2019. URL: https://diabetesatlas.org/en/.

2. Danne T. et al. International Consensus on Use of Continuous Glucose Monitoring // Diabetes Care. 2017. Vol. 40. P. 1631-1640.

3. Official website of Freestyle Libre: https://www.freestylelibre.ru/libre/.

Обзор бортовых беспроводных сетей для системы мониторинга самолёта по материалам англоязычных сайтов

Залыгаев И.Г.
Научный руководитель — Дербина С.В.
МГТУ ГА, Москва
zalygaev.ilya@gmail.com

Aircraft is a technically complex device consisting of many thousands of components and systems. One of the most important systems is an airplane monitoring system (AMS), which mainly includes airplane structural health monitoring (SHM) and cabin monitoring.

There are different types of monitoring sensors: strain, vibration, ultrasound of structures or temperature. All data from these sensor's should be transmitted to central data computer through wires. For example, in the Airbus A380, over 300 miles of 98000 wires and 40000 connectors.

The wiring of sensors and other components of the aircraft condition monitoring system has many drawbacks: wiring on an airplane is a very difficult task, which may contain a number of technical conditions, for example, power routing and electrical signal routing must be physically separated in order to avoid electromagnetic interference impeding airline customization in the course of manufacturing. Wiring has a property such as degradation — over time, it wears out more and more. This can lead to failures of varying severity, which can cause a disaster.

Progress made in wireless data transmission technologies allows to make aircraft monitoring systems virtually wireless so close. This is called a wireless airplane monitoring system. One of the main advantages of using this system is weight reduction. Reducing the weight allows the aircraft to consume less fuel, which again reduces the weight of the aircraft and the amount of carbon dioxide emitted into the atmosphere. Using AWSN simplifies aircraft maintenance and reduces the cost of the aircraft. The tasks of planning a cable system for one aircraft can cost $ 2,200 per kilogram. Using AWSN can save you between $ 14 and $ 60 million per aircraft. This data transmission system can increase the safety of the aircraft, as due to the lack of a large number of wires, the fire hazard is reduced and etc.

This system includes the following components: sensors, remote servers, inter-AWSN. The sensors mounted on the aircraft are connected to the on-board sensor nodes. Access point nodes also provide a bridge to other aircraft networks, such as portable devices, cockpit displays, and a control system. High level data applications include satellite network, Ground station, air-traffic control center, and a control system based on these networks.

References:

1. Signal propagation and analysis in airborne wireless sensor networks https://biust.pure.elsevier.com/en/publications/signal-propagation-and-analysis-in-airborne-wireless-sensor-netwo

2. Airborne Wireless Sensor Networks for Airplane Monitoring System https://www.hindawi.com/journals/wcmc/2018/6025825/

English in engineering majors of MAI (on the example of the topic the Skybot in space)

Зорина Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Неверова Н.В.
МАИ, Москва
zorinadiana24@gmail.com

Located in the lander of the ship in the chair in the form frames mechanical assistant Astronauts started on the ship "Soyuz MS-14", which two days later docked to the International space station, and held onboard the ISS for two weeks.

Robot "Fedor" Skybot F-850 is not just a remote manipulator resembling in the shape of a man having forty six degrees of mobility, two full-fledged hands with fingers that have unique sensitivity and are able to perform fine precision movements. Skybot F-850 is a fully robot, that is automatic device operating according to a predefined program with elements of artificial intelligence. It is able to independently perform tasks such as maintaining balance, decomposition of general movements into separate locomotor functions.

Also there is crew expert support in his duties. Skybot F-850 is able to support and develop any topic of conversation, started by the interlocutor. Before starting it will report on the prelaunch preparation of the ship, and already at the start and launch he will describe the observed events, name the parameters flight, determine the value of the overload and mark the moment of occurrence weightlessness.

In addition, the robot can work in the "avatar" mode, that is under full remote control of the operator.

Cosmonauts or technicians on Earth, connecting to the robot through external communication channel and using special "managing" suit with 3D glasses, will be able to see the situation its eyes and feel "at the tips fingers ”everything that he touches or takes into his mechanical hands. In this case, the avatar accurately repeats the movements of the operator.

Необходимость изучения иностранного языка для специалистов технических специальностей в сфере авиации и космонавтики

Иванова А.А.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
inastia0802@bk.ru

Nowadays a specialist in the sphere aviation and cosmonautics should be ready for communication in a foreign language. Chinese wisdom: To learn a language is to have one more window from which to look at the world. Why would a man of the 21st century learn English? Everyone has asked this question one way or another. Many people are limited to knowing one native language. The aim of our work is to show in details the necessity of a foreign language studying for technical specialists in colleges.

Probably one of the main reasons is the opportunity to internship or traineeship in foreign companies, so that to obtain experience and develop Russian economy. If we talk about working in Russia in a foreign company, it is an opportunity to travel on business trips to different countries. In such internships large companies improve the skills of Russian employees due to various new knowledge of foreign people. Many business models are based and invented abroad. As a rule, there are problems of translation and many business models remain in foreign languages. For example, business model «Lean production». This concept is based on an analysis of the types of production losses. This would help a lot in such popular industries as aerospace and aeronautics. At the moment, not all scientific articles are translated into Russian, some are published onle in their native language, mostly English.

The second reason is the opportunity to participate in business incubators of a foreign country. In Russia there is no business incubator that could compete with foreign. This is a very good support for start-ups. So, the knowledge of English is useful to attract foreign investors. It is important to note that aviation and space are just one of the priority areas. And projects in these sectors will guarantee great success with investors.

Another reason is the use of foreign sites. Some useful resources work exclusively in a foreign language. Most of the sites support English language as it is considered international. You will be able to read news all over the world, read scientific articles, watch various videos and training courses. You can also make new friends on different sites and not experience the language barrier. This all sites raise level of your soft skills. And in our time soft skills is gaining great momentum. Soft skills are a combination of people skills, social skills, communication skills, character or personality traits, attitudes, career attributes, social intelligence and emotional intelligence quotients, among others, that enable people to navigate their environment, work well with others, perform well, and achieve their goals with complementing hard skills.

The last reason but one of the most important. English is closely associated with IT. According to 90% of the IT languages, they contain basic English words. For example, languages such as C, Python, Java and others. They contain commands such as print, and, if, etc. An English-speaking person will master programming and write a program 2-3 times faster. He will not need to translate some commands and he will immediately understand what is at stake. An IT specialist is one of the sought-after professions of the future.

We have read several arguments in favor of the English language studying for technical specialists in the field of aviation and astronautics while in college. Since I started the article with a quote, I would also like to end with a quote. «A year from now you will wish you had started to learn a language today».

Особенности и проблемы автоматического перевода авиационных терминов в немецком языке

Исаева С.В., Кафиятуллина М.Д.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Федулова А.Н.
МАИ, Москва
lana.isaeva.2016@bk.ru

An important part of the lexical composition of the German language, as well as other foreign languages, is the terminology, which is intended for professional communication of a narrow circle of specialists in a certain sphere of knowledge, is considered one of the difficult sections of vocabulary. The concept of aviation terminology is understood as a combination of various terms with the help of which professional interaction and communication between specialists in the aerospace circle is carried out. It is widely known that the noun is truly "powerful" in German language, since it can consist of several roots: two, three, four, and even five. Such nouns, peculiar to German terminology, require focused attention and can denote words that are translated into Russian quite simply and monosyllabic, or, on the contrary, can represent certain difficulties for the translator/interpreter. For example, the term 'Fluggeschwindigkeit' means 'airspeed' («скорость полёта»), and the unpronounceable term 'Flugabwehraufklärung' means 'anti-aircraft reconnaissance' («зенитная разведка»). In other cases, the German noun is more compact and concise than the Russian counterpart, for example, the 'Flugbereichsradarsystem' — 'low-altitude tracking radar system' («радиолокационная система слежения за малыми высотами полёта»).

Thus, the theme of our study is to consider the problems of translating complex or compound nouns related to aviation from German into Russian. The relevance of this topic lies in the need to create more advanced machine translation technologies in order to improve the quality of the transmission of information contained in aviation terms. This can be useful for practical classes in a foreign language, as well as for lexicography.

The article discusses the problems that arise in the process of machine translation of complex words from the source language (German) into Russian and with the reverse translation. Complex or compound nouns and aviation terms were selected as material for analysis. To translate them, we used two web-programs designed for the automatic translation of texts and web-pages, namely Yandex and Google translators.

Список литературы:

1. Крушельницкая К. Г., М. Н. Попов. Советы переводчику: учеб. пособие по нем. яз. для вузов / — 2-ое изд., доп. — М.: Астрель: АСТ, 2006. — 316, [4] с.
2. Латышев Л. К. Технология перевода: Учеб. пособие для студентов лингвистических, вузов и факультетов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 147-313 с.
3. Гумбат-Заде Х. Т. К. Особенности развития аэрокосмических терминов и основные способы их перевода. М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2017. — 1101-1102 с.
4. Шарафутдинова Н. С. Словообразовательные модели сложных технических терминов в немецком языке. Ульяновск, 2016. — 542-551 с.
5. Шарафутдинова Н. С. О процессах взаимодействия авиационной терминологии и общеупотребительной лексики (в немецком, английском и русском языках). Ульяновск, 2018. — 385-389 с.
6. Шарафутдинова Н. С. Немецко-русский синонимический словарь авиационных терминов. Ульяновск, 2016. — 196 с.
7. Konrad Duden. Das Onlinewörterbuch Duden. GmbH.: Bibliographisches Institut // F. A. Brockhaus AG, 2020. — 766 S.

Как не испытывать трудности при переводе авиационной технической литературы

Исакова Д.Ж., Андреев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Волкова Е.Б.
МАИ, Москва
mikolas.mh@gmail.com

For the last 20 years, the level of knowledge of English has improved a lot in all spheres of manufacturing. However, we can see this update only in economic and in legal field while technical sphere, except IT, is only crawling on its heels. Unfortunately, the aviation sphere is also lagging behind. At the most schools, studying English consists of learning modern English with its slang, in most situations pupils learn only how to translate imaginative literature, and rarely the technical one.

Moreover, in many cases when engineers with knowledge of English start to work with articles from foreign colleagues, they usually face the problem of correct translation of material explanation. This problem usually occurs not because of the bad studying English, but because of continuous improvement of professional technical language while studying English does not have any update and books have only basic aviation terms. Because of the lack of experience in translating the technical literature, we can see that there are not many translators among engineers. This problem is of greater importance than many believe.

Therefore, the report will show examples of modern language, advise how to start translating articles in this sphere and how not to be lost in translation. First, the basics of translation will be talked about: ambiguity of words and terms, professional terms and syntax problems. As an example, the word, "jam" means not only thick sweet food that is made by cooking fruit, but it also means some kind of a failure. If something such as a part of a machine jams, or if something jams it, the part becomes fixed in a position and is unable to move freely or work properly. Also, from one of the articles: "In case the ratio deceeds a different predefined threshold, a disconnect of the load path of actuator 1 (Act1) is detected". The meaning of the word "deceeds" has been found only in Collins dictionary. The term "to deceed" means to be less than some value and it is an antonym to the word "to exceed". Another curios example, in Russian aviation literature there is not any equal term for "High lift system"; it means the system of actuators, slats and flaps. The last but not the least is some advice how to start translating the technical article. A number of general rules of technical translation will be given as well.

Thus, graduating students and future graduates of our university should study the basics of translating and vocabulary of technical aviation literature to become the most successful and advanced specialists in this sphere and to promote the aviation of this country.

Problems of development of general aviation in Russia

Канаев И.И.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Рыбакова Л.В.
МАИ, Москва
Kanaev1505@mail.ru

The use of general aviation (GA) in the global economy is increasing annually, taking into account the diversity of the technical and economic development of regional and local transport systems. In this regard, the actualization of interest in caller ID is determined by objective reasons for the need for the development of transport structures. That was noted by Russian President Putin V. V. [1]. At the present stage, in the economically developed countries, the fleet of aircraft (AH) GA and their production are expanding steadily. Against this background, the level of development of GA in Russia looks rather low. What are the reasons? Kuklev E.A. Bayramov A.B., Petukhov G.M. believe that these are factors that impede the production of GA in Russia: domestic, domestic regulatory framework for the production of technical products and low demand; the rapid increase in the prices of aircraft, the impact on the civil aviation of the Russian Federation of the global secondary

market for aircraft [4]. The US government decree on automatic dependent surveillance in broadcast mode (AZN-B) for 2020 is alarming [8]. The presence of problems in the restrictions of state regulation in the field of small aviation is noted by Biryukova P. A. [2]. The most important areas of state control for the GA were taken to identify them, the regulatory legal acts in these areas that had the most detrimental effect on the small aviation sector were analyzed, the consequences of the adoption of such regulatory acts, as well as the compatibility of these acts, were examined. In addition, a series of expert interviews was conducted on the subject of evaluating NLA data. It is effective that the recruiting of experts was carried out using the snowball method [5]. Note that the Air Code of the Russian Federation determines that the owners of "small" aircraft cannot conduct business. However, in connection with the presence of a general aviation fleet in Russia, accidents involving the operation of aircraft are becoming more frequent. Statsenko N.I. and Vasilchenko K.A. consider the problem of the uncontrolled development of small aircraft and the need to address this issue by means of the publication of laws that ensure proper control [7]. The problem of accident prevention is becoming increasingly relevant. An article written by G. Diagtyarev et al. Presents the results of research on the development of an intelligent flight and navigation complex (IPNC) for a short-range take-off and landing multi-purpose aircraft with regard to the development of a critical flight warning system. The result of the work was the creation of a hardware-software complex [3] It is also necessary to know a professionally-oriented foreign language, as indicated by Neverova N.V., Rybakova L.V. et al., having conducted research on how susceptible aerospace students are to the use of information technology. Since it is the specialists of this profession who are more responsible for the full functioning of the flight complex [6]. In conclusion, we note that in spite of the huge number of problems, GA will come a favorable time for the development of this industry in Russia and "today it is necessary to support enthusiasts who ensure the use of promising aviation equipment in the national economy of the Russian Federation and not to forget that small aviation is an integral part of the transport system of our country." [8, p.549].

Продуктивные процессы терминообразования в авиационно-космической терминосистеме современного английского языка

Картузова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Денисова О.И.
МАИ, Москва
Sayana.Skorpy@gmail.com

В английском языке существует множество способов образования терминов, наиболее распространенный – синтаксический способ, а именно преобразование отдельных слов в словосочетания, которые своим смыслом дают нам понять, о чем идет речь. Из-за своей простоты и высокой эффективности, а также, быстрой запоминаемости, получил широкое распространение в европейских языках, и мы уже не представляем себе авиационный английский без него. Например:

1. Observation plane – самолёт -разведчик
2. Combustion chamber – камера сгорания
3. Air support – воздушная поддержка

Словосочетания выражают главную мысль говорящего, они указывают на группу и подгруппу объектов, о которых идет речь. В предложении подобные словосочетания используются как единая лексема. Можно выделить как однокомпонентные, так и двух, и трех компонентные единицы. Всегда существует опорное слово и одно (и более) препозитивное или постпозитивное определение.

Следующий способ – морфологический или способ аффиксации. Аффиксация – это образование новой лексический единицы, путем добавления суффикса и/или префикса. Префиксами называются морфемы, предшествующие корню и меняющие его значение, однако они не влияют на принадлежность слова к лексико-грамматическому классу. Суффиксация способна менять часть речи термина, сохраняя его категориальное значение.

Например:

1. To fuel – to refuel (заправлять – дозаправить)
2. Response – responsive (реакция, ответ – хорошо управляемый)
3. To burn – afterburning (гореть – форсаж)

В данном способе используются аффиксы, привычные для повседневной речи.

В авиационно-космический сфере часто отдается предпочтение краткости и лаконичности. Семантический способ может ответить на современные запросы терминообразования, он позволяет нам используя те же лексические единицы, называть уже новые предметы. Например:

1. Hardpoint – опора/точка подвески вооружения
2. Tail – оконечность/хвостовое оперение
3. Flare – сияние/сигнальная ракета
4. Path – путь/траектория полёта

Если говорить о краткости, в английском распространены сокращения слов, иногда до одной буквы L (left); U/S (unserviceable) – не пригодный к эксплуатации; Также существуют некоторые другие способы сокращения: стяжение (contrail (condensate+trail) – конденсационный след), слоговые сокращения (slats (leading-edge flaps) – предкрылки) и «усеченные единицы» (wtspt (waterspout) – водяной смерч). Также используется множество аббревиатур: AWACS — airborne early warning and control, GPS – global positioning system

Нельзя не упомянуть о процессе заимствования, в авиационном английском большинство заимствований происходит из французского языка, в связи с историческим развитием. В настоящее время процесс заимствования не так глобален.

Список литературы:

1. Худинша Е.А. Структурные особенности терминов в английском языке // Концепт. – 2014. – Спецвыпуск 01. – URL: http://ekoncept.ru/2014/14514.htm. (дата обращения 11.01.2020)

2. Володарская Э.Ф. Языковая изменчивость: лингвистические и экстралингвистические аспекты. Инновационные процессы в современном английском языке // Вопросы филологии. — 2004. — №2. — С. 35-51

3. Фоменко Я.В, Степанов С.А Учебник военного перевода. М.: Военный университет, 2002.

4. Дрезен Э.К Стандартизация научно-технических понятий, обозначений и терминов / Э. К. Дрезен. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва; Ленинград: Стандартизация и рационализация, 1934.

5. Денисова О.И. Особенности формирования и перевода авиационной терминосистемы с английского языка на русский // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2015.

6. Денисова О.И. Влияние заимствований на формирование авиационно-космической терминосистемы в английском языке // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2018.

Исследование молекулярных облаков — путь к открытию новых звезд и источника жизненной энергии (на основе анализа англоязычных источников)

Качура А.В.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
annakachura00@gmail.com

Gas and dust, primarily, in the shape of hydrogen molecules are the main components of the densest, coldestclouds in the interstellar medium, which are called molecular clouds. Dark nebula is particularly rare environmental phenomenon in space. The form of such dark clouds is very irregular: they have no clearly determined external boundaries and sometimes take sinuous serpentine shapes because of turbulence. Giant molecular clouds, which have a mass 100,000 times that of the sun, are the largest inhabitants of galaxies, reaching in the diameter up to 300 light-years. They consist of sufficiently dense gas and dust to produce hundreds of thousands of Sun-like stars, which are formed in the densest parts of the clouds.

Composition

Molecular clouds consist of helium and molecular hydrogen, with small quantity of heavier gases. They include huge of the environmental mass in space. They are about 150 light-years across, and have masses ranging from a few to over a million masses of the sun with an average density of 100 to 300 molecules per cubic centimeter and diameter from 20 to 200 parsecs. Dark nebulae have temperatures ranging from about 10 to 50 degrees Kelvin. The substance inside the clouds sticks together throughout the volume, with some clouds ranging down to the masses of separate stars. Inside the clumps the density can reach up to 10^5 H_2 molecules per cubic centimeter or more. Little clumps may expand approximately one light-year across. Turbulence and the inner magnetic field ensure the support in relation to the own gravity of the clouds.

Observation

Molecular hydrogen is the prevailing molecule in a dark nebula, and it is very difficult to define. Its spectral lines are very weak as the hydrogen molecule is absolutely symmetric. Moreover, a considerable quantity of energy must be absorbed to change its rotational state since the hydrogen molecule is the lightest of all other molecules. But the most part of the hydrogen molecules will remain in their basic state because the average temperature in the cloud is about 10 Kelvin.

Carbon monoxide (CO) is a molecule that is commonly used to detect the presence of H_2 . It is due to the fact that each CO molecule contains approximately 100 hydrogen molecules, molecular hydrogen can be observed through the ejection from the CO molecule.

Star birth

Significant event occurs in the internal areas of molecular clouds: inside the dark nebula caused by the gravitational collapse of dense clumps. Initially the cloud has constituted a chaotic jumble of smaller clouds, each of which is supposed to be a separate star system. Because of this rotation motion, the collapsing cloud flattens as it shrinks. Finally, most of its mass is in a rotating thickening next to its centre, a “protostar” intended to become one or more closely spaced stars.

For the time being the rate of star birth is approximately one solar mass per year in the whole Galaxy, which includes something like 2×10^9 solar masses of gas. If the gas is received there is no return of material from the stars, it would be exhausted approximately 2×10^9 years, what constitutes one-sixth the real age of the Galaxy. The gas returned to the interstellar medium may occur by the ejection of:

1) material from massive O-type and B-type stars or from cool M giants and supergiants;

2) planetary nebula shells.

The rate of gas ejection is roughly equivalent to the rate of star formation, so that the mass of free gas is reducing very slowly.

Finally, it is necessary to note that the observation of phenomena occurring in molecular clouds is important for further evolution of mankind. This is due to the fact that sources of energy can be formed in molecular cloud stars as a result of gravitational collapse. It is significant that the gas from the stars returns back to the dark nebulae that gives the Universe rise to exist. The determination of carbon monoxide (CO) which contains about 10,000 hydrogen molecules is of great importance to study dark nebulae.

Everything however comes to an end. No matter how pessimistic it sounds the life of a planet or even a star can also be terminated. But the greater interest occurs with the origin of life. The issue of the star birth is particularly very attractive. And if we consider the fact that the energy released by stars is the source for keeping the life of all existing phenomena, the information on the star origin becomes very challenging.

References:

1. Официальный сайт Cool Cosmos http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/cosmic_classroom/cosmic_reference/molecular_clouds.html

2. Официальный сайт COSMOS-The SAO Encyclopedia of Astronomy https://astronomy.swin.edu.au/cosmos/M/Molecular+Cloud

3. Официальный сайт ENCYCLOPEDIA BRITANNICA https://www.britannica.com/science/molecular-cloud

4. Официальный сайт Simple Cosmos Official Wiki https://simple-cosmos-official.fandom.com/wiki/Molecular_Cloud
5. Официальный сайт World Heritage Encyclopedia http://www.worldheritage.org/articles/eng/Stellar_nursery

Современные коммуникационные технологии и авиарежим в самолёте

Клименко А.А.
Научный руководитель — Жаркова Л.И.
МАИ, Москва
anastasia.klimenkoo@yandes.ru

5G (fifth generation) is the abbreviation of the fifth generation of mobile communications, which will replace the existing 3G and 4G. The introduction of the fifth generation of networks promises to be a revolutionary breakthrough in the field of communications due to the following innovations:

• Massive MIMO. This technology involves the use of multiple antennas on transceivers. The data transfer speed and signal quality increases in proportion to the number of antennas due to diversity reception.

• New diaposons. LTE networks occupy frequencies below 3.5 GHz. 5G standards imply the use of higher frequency diaposons. This allows you to get rid of interference, but it increases the power of the transmitters and reduces the size of cells with base stations.

• Network slicing. This technology allows mobile operators to deploy logically isolated networks, each of which will be allocated for certain needs, for example, for the Internet of things, broadband access, video broadcasting etc. So, the next-generation mobile network can more flexibly adapt to different applications.

• D2D (Device-to-device). Devices located close to each other will be able to exchange data directly.

One of the main technologies in the fifth-generation networks will be the "Internet of things". The Internet of things is not just a set of different devices and sensors connected to the Internet by wired and wireless communication channels, it is a closer integration of the real and virtual worlds in which communication is made between people and devices.

So, the introduction of the "Internet of things" in the fifth-generation 5G network will not only allow you to interact in a single network with a range of household gadgets and devices (smart watches, VR devices, tablets and smartphones), but also allow you to cover all areas of human activity (smart home technology and smart city).

The first and most important consequence of the introduction of 5G is a significant increase in data transfer speed. During preliminary testing, peak levels were recorded at 25.3 Gbit / s.

If we talk about the real speeds that ordinary users are waiting for, then in 5G speed will reach 10 Gb / s.

You can download movies in Full HD resolution in just seconds.

For comparison: now the maximum 4G speed for subscribers rarely exceeds 100 Mb / s.

Another 5G reduces the signal delay to 1 millisecond. Recall that delays can reach 10 milliseconds in 4G networks and 100 milliseconds in 3G.

Summing up, many mobile operators and telecom equipment manufacturers have taken up development work in the field of connection. In accordance with the plan for the implementation of the concept of creating and developing 5G / IMT-2020 networks, research is being carried out in Russia.

5G (fifth generation) will become a unified, stable, convergent and highly accessible network of a new generation, which for a long time will remain an innovation for the present.

Обзор англоязычных публикаций по теме «Адаптивное управляемое крыло»

Ковальджи К.В., Чуфирин И.А.
Научный руководитель — Осьмина К.С.
МАИ, Москва
nosorogje@gmail.com

Во вводной части доклада обозначается проблема взаимной противоречивости требований к несущим поверхностям самолёта на различных режимах полёта. На режимах взлета и посадки необходимо обеспечить максимально возможную подъемную силу. В режиме крейсерского полёта требуется снизить сопротивление среды до минимума. Самолёты военного назначения могут иметь более сложные режимы полёта при маневрировании. Приведенные выше задачи решаются посредством создания оптимальной геометрии крыла. При этом, во всех вышеописанных случаях решения принципиально различны. По этой причине крыло оснащается механизацией, которая позволяет незначительно изменять свойства обтекания для достижения тех или иных целей. Однако такая система допускает разрывное изменение аэродинамических производных во всём диапазоне параметров.

Наиболее перспективной разработкой, нацеленной на решение описанной проблемы, является адаптивное управляемое крыло (далее – АУК). Важным отличительным свойством такого крыла является сохранение гладкости его профилей при деформации срединной поверхности. За счет этого свойства появляется возможность изменения множества геометрических характеристик несущих поверхностей летательного аппарата.

Описываются основные особенности конструкции АУК. Перечисляются главные требования к конструкционным материалам и к принципу действия управляющих приводов. Ключевую роль играет, прежде всего, эластичная обшивка адаптивного крыла. Наряду с эластичностью, она должна также обладать необходимыми прочностными и массово-габаритными характеристиками. Также, с целью достижения малого веса изделия, необходимо использовать пневматические управляющие приводы.

В завершение доклада приводится краткий обзор истории создания концепции АУК. Обосновывается чрезмерно высокая стоимость изготовления АУК в начале опытно-конструкторских работ и значительное удешевление производства на текущий момент. Даются примеры реализации отдельных элементов АУК в современной авиации. Особое внимание уделяется тому факту, что большинство научных публикаций по тематике АУК в открытом доступе размещено на английском языке. Делается вывод о важности владения английским языком для инженерных кадров.

Список литературы:

1. Kota, S., Ervin, G., Osborn, R., Maric, D., Flick, P., Paul, D., “Mission Adaptive Compliant Wing – Design, Fabrication and Flight Test,” Paper. Published: 4/20/2009, Publication Reference: RTO-MP-AVT-168

2. Ivchenko, A., Sharonov, N., Ziatdinov, R., “New conceptual design of the adaptive compliant aircraft wing frame” Engineering Science and Technology, an International Journal Volume 22, Issue 5, October 2019, Pages 1149-1154

3. Бегунова М.Г., Мельдианова А.В., «Лексические особенности аэрокосмических терминов и специфика их перевода с английского языка на русский,» Гагаринские чтения – 2018: XLIV Международная молодежная научная конференция: Сборник тезисов докладов: Том 4: М.; МАИ (НИУ), 2018; стр. 349 – 350

Преимущества усвоения языка (в том числе авиационной терминологии) над его изучением

Колесняк К.С.
Научный руководитель — Осьмина К.С.
МАИ, Москва
constkolesnyak@gmail.com

На изучение иностранного языка в школе ученики тратят около десяти лет и немалое количество энергии. На помощь им призваны учителя, грамматика, тесты и списки неправильных глаголов. Однако по окончанию школы многие так и не знают иностранного языка. В чём же причина? Ведь обычно это те же люди, которые не испытывали больших проблем со своим первым языком, более того, они свободно говорили ещё до школы, не зная грамматики, не проходя тестов и т.д. Это распространённая проблема. Дело в том, что эти люди в детстве и в школе использовали два разных подхода: усвоение языка (англ. language acquisition) и изучения языка (англ. language learning). Целью работы является рассмотрение основных преимуществ первого над вторым.

Изучение языка — сознательный процесс выучивания правил, слов, языковых конструкций. Человек, использующий этот поход, способен осмысленно сформировать предложение, пользуясь грамматикой, но на это порой уходит столько времени и сил, что не остаётся на суть высказывания.

Усвоение языка — бессознательный процесс познания, основанный на способности мозга обрабатывать понимаемый входной материал (англ. comprehensible input). Тот, кто использует этот поход, может пользоваться языком интуитивно, не отвлекаясь на правила, полностью концентрируясь на смысле того, что говорит.

Но что такое понимаемый входной материал? Для примера рассмотрим две крайности, между которыми он и будет. Родители могут рассказывать своему ребёнку о квантовой механике или говорить ему только слово "агу". В первом случае чадо мало что поймёт, во втором – не выучит ничего нового. Оба подхода неэффективны. Если же родители, показывая на иву, скажут ребёнку, уже знающему слова "смотри" и "это", "Смотри, это дерево!", то он сможет уловить смысл. Таким образом эта фраза и будет понимаемым входным материалом, способствующим усвоению языка. Вот, как это работает: после того как ребёнок в подходящих контекстах услышит словосочетания "это дерево", "деревянная игрушка", "качающиеся деревья" и множество других, его мозг бессознательно соединит их и получит знание значения слова "дерево". Аналогично усваиваются и языковые конструкции, правила.

Разобранное выше применимо не только для детей. Конечно, взрослым, усваивающим неродной язык, может быть неинтересно слушать про деревянные игрушки, поэтому для них подойдут другие источники понимаемого входного материала: социальные сети, стриминговые сервисы, книги, подкасты. Как правило, сериалы и романы увлекают людей гораздо больше, чем изучение грамматики, а значит усвоение, помимо всего прочего, отлично сказывается на мотивации и не даёт забросить процесс.

В работе разобраны основные преимущества усвоения языка над его изучением. У второго подхода есть свои плюсы, но они требуют отдельного рассмотрения.

Список литературы:

1. Krashen, Stephen (1977). “Some issues relating to the monitor model”
2. Krashen, Stephen (2003). “Explorations in Language Acquisition and Use”
3. Byram, Michael (2001). “Routledge Encyclopedia of Language Teaching and Learning”
4. Krashen, Stephen. (1982). “Principles and practice in second language acquisition”

Описание систем предотвращения столкновений (GPWS и EGPWS) в самолётах зарубежного производства на основе оригинальной документации

Конограй Д.А.
Научный руководитель — Дербина С.В.
МГТУ ГА, Москва
denkonogray@gmail.com

Ground proximity warning system — an aircraft system that is needed to warn pilots about the threat of a collision with the ground or with another obstacle. Since 1996, a new (modernized) ground proximity warning system has been installed on air-craft.

The system controls the altitude at which the plane flies: the crew receives altitude information using a special device (radio altimeter). The computer saves and pro-cesses all incoming information, on the basis of which it is determined whether the approach is dangerous or not. Pilots receive various visual or audio messages in case of any proximity.

Today, there is still the danger of aircraft colliding with obstacles. It almost always depends on the person and his attentiveness. This may be a navigation error of pi-lots or an error of the air traffic controller during the vectoring and potential fail-ures of ground-based navigation equipment. To prevent aircraft collisions with ob-stacles, there are special systems that report dangerous proximity with the ground GPWS and EGPWS.

"Basic" GPWS.

GPWS signals about the dangerous proximity of the earth are generated based on an assessment of the correct flight altitude (determined by the radio altimeter), glide path position, upward velocity and aircraft system configuration, i.e. the position of the landing gear and wing mechanization (flaps).

GPWS emits a number of signals, for example: TERRAIN; DON'T SINK; GLIDE SLOPE; SINK RATE; TOO LOW, FLAPS; TOO LOW, GEAR; TOO LOW, TERRAIN; PULL UP

Obviously, when flying in the highlands, traditional GPWS can be extremely inef-ficient. Then the next generation is applied, it is EGPWS, it becomes more effective.

EGPWS (Enhanced-GPWS)

The next generation of terrestrial warning systems is called EGPWS (Enhanced-GPWS, i.e. improved). The main difference between the EGPWS and the GPWS is the FLTA (Forward Looking Terrain Avoidance) function, i.e. the function of as-sessing the risk of collision with obstacles in terms of flight speed. EGPWS includes an updated database that includes all information about obstacles around airports. Information from the database of the system when displayed on the screen of the corresponding mode is shown on the navigation displays in the cockpit.

Control panel of the EGPWS is located on the upper panel. The EGPWS computer is located between the cockpit and cabin. Some units of the EGPWS are located in the immediately vicinity of ND.

The EGPWS (TAWS) system can operate in various flight modes.

Each mode works in its own way and works only in case of danger in its area.

The basic idea of the research is an attempt to combine all the EGPWS modes to simplify the operation of the system and safely divergence with the obstacle. The operation of the system can be limited by the crew manually, as a rule; three switches are installed in the cockpit. The mentioned switches disconnect from the system information about the terrain, the landing gear position or the position of the wing mechanization.

References:

1. Федеральные авиационные правила "Радиотехническое обеспечение полётов воздушных судов и авиационная электросвязь в гражданской авиации". (Приказ Минтранса России от 20.10.2014 № 297)
2. Use of EGPWS (TAWS) Systems. URL: https://helpiks.org/6-38710.html
3. CFIT (Controlled Flight into Terrain). URL: http://skynav.ru/profi/gpws/

Особенности использования демпферных опор различных конструкций в газотурбинном двигателе

Коноплев Н.С.
Научный руководитель — к.т.н. Давыдов А.В.
МАИ, Москва
knpprod@mail.ru

One of the important tasks in the aircraft engine industry is the requirement to develop existing and search for new structural means of dealing with increased vibrations.

One of such methods is the design of supports for gas turbine rotors with specified characteristics of stiffness and damping. To ensure these parameters, special elastic and damping devices are used. Currently, the following ones have gained distribution: an elastic ring of the Allison ring type, a squirrel wheel, a slotted hydrodynamic damper of various designs, a support with a plate damper.

At all stages of the life cycle of modern gas turbine engines, it is important to exclude the occurrence of dangerous vibrations, characterized by a sharp increase in stresses simultaneously in all elements of a gas turbine engine to dangerous values. One of the reasons leading to such vibrations is the resonant state associated with the excitation of the natural frequencies of the engine rotors. For its exclusion, there is material according to API and strength standards.

The designs of such supports are diverse, but regardless of which they perform two main functions:

1. Reduce the stiffness of the rotor bearings, which leads to a change in the properties of the elastic dynamic system of the engine. At the same time, the natural frequencies of the system decrease, the resonances in the operating modes are eliminated.

2. Absorb the energy of vibrations of the dynamic system of the engine, turning it into heat, which does not allow the development of large amplitudes of vibrations, dynamic loads and voltages in all engine parts.

In a support with a hydrodynamic damper without an elastic element, the oil film transfers radial loads from the rotor to the housing and a hydraulic force arises that prevents the rotor from precessing in the support. Such bearings cannot transmit large axial forces due to the possibility of jamming, the rotor is not centered on almost all engine operating modes. In the absence of significant vibration displacements of the axle of the rotor transfers all the loads to the housing with virtually no damping. Mathematical models that accurately describe this behavior are practically absent due to the complexity of describing processes in a thin oil layer, taking into account the roughness and elastic deformations of the contacting bodies.

A support with a hydrodynamic damper and an elastic element of the “squirrel wheel” type has the ability to transmit large axial forces from the bearing to the GTE housing than the support mentioned above. The elastic element has a sleeve with a large number of grooves, which increases the size and weight of the structure, preventing the placement of this support in some types of gas turbine engines, the rotor is centered in the absence of rotation. Today, there are numerous calculation models that allow, with a sufficient degree of accuracy, to design such a support with given parameters.

Allison's elastic ring bearings are used in engines as a compact damping and centering device with a given stiffness. This type of support has high damping ability, however, when working at significant eccentricity (break-in mode), it has increased wear of the contacting surfaces. It can be used as an alternative if it is impossible to introduce a damper support with an elastic element “squirrel wheel” into the power system of the engine.

The plate damper support or dry friction damper is most convenient for inclusion in the power system of a gas turbine engine, it is simple to operate and manufacture, the ability to work in aggressive environments and lack of lubrication. Such a damper has the ability to several times change the damping properties by changing the layout of the package of tapes and changing the magnitude of their interference, without changing the overall dimensions of the damper, which has a positive effect on engine refinement. It is characterized by significant stiffness with a fairly low damping coefficient, compared with other types of dampers.

Combinations of these devices lead to the appearance of stiff-damper supports with specified stiffness and damping properties.

Ecological problems of the world in the topic of classes in English for students of the Moscow Aviation Institute (for example, materials "The impact of aviation on the environment")

Коноплева П.С., Шипилева А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Рыбакова Л.В.
МАИ, Москва
polinakonopleva@icloud.com

Man and nature are interconnected and inextricable. Actual problems of a natural-economic, social, political and socio-economic nature. Progress, research and development, development of new advanced technologies does not guarantee the environmental cleanliness of production, including aviation. The world community is concerned. One jet plane emits a huge amount of carbon dioxide, soot, nitric oxide and water vapor into the atmosphere. Professor Ultrih Shimann found out that the effect of the greenhouse effect on the share of aviation is always 3 percent. Bruce Anderson argues that the emission of soot is one of the main factors determining the properties of the condensation trail. UNEP and WMO show that the share of aviation climate change caused by human influence, including emissions of carbon dioxide and other gases contributing to the greenhouse effect, is 4.9 percent. Researchers at the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) found that aviation kerosene, a scarce resource, is one of the biggest contributing factors to carbon emissions, as few manufacturers can supply crude oil that meets the complex demands of the petrochemical industry for refining kerosene for aircraft. Its extraction and processing contribute to a significant increase in the negative impact on the climate [1].

Ivanova A.R. describes acoustic and chemical pollution of the atmosphere by air, discusses some aspects of air quality at airports, the possible impact of aviation emissions on the radiation balance and the greenhouse effect [3]. It is also considering the possibility of reducing aviation emissions and the measures taken by the international civil aviation organization for this purpose. Nigmatullin T.R., Fazullin A.Sh. argue that the main environmental impact of aviation is acoustic pollution and the release of gases into the atmosphere, which leads to climate change and air pollution [4]. Boyko O. G., Zosimov A. G., Shaimardanov L. G., et al., While studying the aviation mode of transport, are convinced that this is one of the largest air pollutants, its environmental impact is expressed mainly in the emission of toxins from the exhaust gases of aircraft engines and exposure to aircraft noise [2]. According to the Center for Aviation (CAPA, Australia) international organization, in April 2013, 39.7% of all ships in the world are Boeing aircraft and 28.7% are Airbus. Russia is no exception. The planes of the two companies occupy 61.7% of the Russian fleet, 14.3% — other foreign aircraft (Embraer, Bombardier, De Havilland Canada, Let, ATR) [6]. It is also necessary to have the skills of a professionally oriented foreign language [4]. After analyzing the information, we can conclude that today the environmental problem in the field of aviation exists. International consulting is involved in solving this problem by controlling emission standards, airlines are joining together to develop alternative fuels and modernize engines and models of air transport.

Международные авиакосмические салоны в контексте обучения английскому языку в МАИ

Коптелина Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Аникеева И.Г.
МАИ, Москва
koptelinad@bk.ru

Requirements for the competencies of University graduates in a special way motivate the relevance of the issue of language training of students of technical universities. Today, flight specialists must be fluent in English in order to carry out their professional tasks efficiently. [Банкожитенко, Власова, Зубанова] Therefore, MAI carefully trains all students in the foreign language of flight professions, as well as foreign language communication.

Among the topics studied, the most interesting is the topic of International air shows. It is particularly relevant in the context of anti-Russian sanctions.

Aviation exhibitions around the world are considered an exceptional event. Taking into account the rapid development of industrial technologies and scientific and technical progress, the demonstration of the latest developments in the aviation industry becomes crucial. Several factors play a role here – competition (the products of which country will make a splash and become the main highlight of the salon) and business (contracts for the sale of aircraft, helicopters and other aircraft to developed countries, and, most importantly, to developing countries). In this way, the vast majority of modern air shows are held. The most famous of them are held in France, Great Britain, Berlin, India, Chile, Dubai, China, Malta and Bahrain. [Шакурова]

The international aviation and space salon Paris Air Show Le Bourget («Le Bourget», France) is held once every two years (on odd years), located on the territory of Le Bourget airport (located 12 km from Paris). The salon is considered the most famous and one of the oldest air shows in the world.

Today, more than 2 thousand companies are represented in Le Bourget, and the number of participating countries has exceeded 45. In 2011, the total amount of contracts signed during the air show was about $60 billion. The first demonstration flights in the framework of the air show took place in 1949 at the Orly airfield. In 1951, the air show was moved to the suburbs of Paris, to Le Bourget airport, which by this time had become the second most important airport in France and the center of all post-war commercial flights.

Now the exhibition center «Le Bourget» covers an area of 45 hectares. This area houses hangars, exhibition pavilions, chalets for exhibitors, open displays, a large grandstand, and a huge field.

Farnborough Air Show (The Farnborough International Exhibition and Flying Display) — the second most important and one of the largest air shows in the world. Farnborough takes place every two years in the UK at an airfield near the city of Farnborough. Its organizer is Society of British Aerospace Companies (SBAC). Farnborough was first held in 1948 and has been held annually since then until 1962, when it was decided to hold it every two years. In recent years, the amount of contracts signed during the events of this air show has exceeded $ 45 billion, and 1.5 thousand companies represent 35 different countries here.

International aviation and aerospace salon ILA Berlin Air Show. It is organized by the German Aerospace Industries Association and the Messe Berlin GmbH exhibition company. It is known that every year ILA selects a partner country and thus focuses the guests ' attention on selected markets and regions.

The Russian international aviation and space salon «MAKS» is held in the Moscow city of Zhukovsky once every two years and today aims to compete in the number of participants with the leaders of the top 10. For the first time the exhibition was held in 1993, and in recent years, all the largest and most reputable airlines come to Zhukovsky to present their latest achievements, which are more than 800 companies from 40 countries. The main goal of MAKS is to demonstrate Russian high technologies and the openness of the Russian domestic market for joint projects with foreign partners. A significant place in the "MAX" program is occupied by scientific conferences and symposiums held under the auspices of the State scientific center of Russia-the Central Aerohydrodynamic Institute named after Professor N. E. Zhukovsky (CAHI). It is noteworthy that « MAX « is distinguished not only by its content, but also by its special entertainment.

Famous Russian aerobatic teams – «Russian knights», «Swifts» perform here, as well as foreign teams, including «Patrol de France» and «Frecce Tricolori».

Analysis of English linguistic constructions in the description of the method for production of printed circuit boards with embedded components in aerospace field

Коробков М.А.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Макарова В.А.
МАИ, Москва
josef_turok@bk.ru

Based on the English language articles, relevant linguistic constructions in the field of aviation electronics focused on printing circuit boards production were identified and an attempt was made to describe and analyze in English the method for production of printed circuit boards with embedded components using the selected linguistic constructions.

Reducing the size and increasing the functionality of electronic devices imposes a number of negative effects on their design process, such as increase the number of components that are necessary for correct functioning of the developed nodes and a simultaneous increase in the number, density and length of interconnects. The conjunction of these factors negatively affects the reliability of manufactured devices, which is unacceptable in aerospace field.

As a perspective method for solving the existing difficulties it is possible to highlight the development and use of new smaller components of microcircuits with an extremely large degree of integration that require a minimum number of supporting elements and so-called “systems-on-chip” (SoC) [1]. But there is also another approach, which allow placing components not only on the outer layers of printed circuit board, but also on the inner ones [2]. The application of this approach involves the combination of the stages of creating a printed circuit board and assembly of a printed circuit assembly, which requires a corresponding improvement of production process and further research of embedding technologies.

The paper analyzes the method of manufacturing a printed circuit board with embedded components. It consists of the following technological operations: drilling technological, blind holes and holes on inner layers, workpiece plating, forming a pattern on inner layers, mounting embedded components, assembling layers into a stack and pressing them, drilling through holes, stack metallization, forming a pattern on the outer layers, mounting of surface and through-hole components.

To research the method a circuit board has been developed that has 3 layers with conductors and blind holes, which contains a passive filter circuit on the inner layer. The use of integrated mounting has reduced the dimensions of the board and the length of the signal lines.

The analysis determined advantages of this approach, such as its relative simplicity and low cost of production, since the method requires a small number of additional technological operations and its application does not need additional equipment.

The disadvantages of the approach are the increased thickness of the printed circuit board, as well as the need to design technological windows for components. Also, it is necessary to develop a new design concept for printed circuit boards with integrated components for applying this method.

References:

1. Кошевая И.Г., Макарова В.А. Текст в рамках различных типов художественного времени // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2017 № 3 С. 14-19

2. A. Kugler, M. Koyuncu, A. Zimmermann, and J. Kostelnik, “Chip Embedding in Laminates,” in Ultra-thin Chip Technology and Applications, J. Burghartz, Ed. Springer New York, 2011, pp. 159–165.

3. Макарова В.А. Время как текстовая категория в научно-технической литературе в области менеджмента, авиации и космонавтики. // Авиация и космонавтика — 2018 Тезисы 17-ой Международной конференции. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Москва, 2018 С. 653-654.

4. Q. Malik, M. Aqeel Iqbal “Next Generation High Speed Computing Using System-on-Chip (SoC) Technology” International Journal of Advancements in Technology Vol 2, No 2 (April 2011), pp. 243 – 256.

Анализ корпоративной культуры в жизни предприятия на примере компании «Аэрофлот» по обзорам англоязычных публикаций

Кочетова А.С.
Научный руководитель — Коновалова С.В.
МАИ, Москва
Nyuta-kochetova@mail.ru

Each company is a social system that has its own principles of formation and development. So, when we talk about the internal environment of the enterprise, we always mean the corporate culture.

Corporate culture is a model of behavior within the organization, formed during the development of the company and shared by all members of the team. This is a certain system of values, norms, rules, traditions and principles by which the employees live. For example, let's consider the company Aeroflot, which has a strong organizational culture.

"Aeroflot — Russian Airlines", what is now known as Aeroflot, was formed in 1923 and commenced operations in the same year. Before the end of the 1930s, Aeroflot had over 4,000 pilots flying about 3,000 aircraft, with an additional 60,000 service staff, making it the largest airline of that time.

Now Aeroflot is a modern, dynamically developing company. It successfully competes in the global market with the world's leading airlines. It introduces advanced technologies and best international practices.

1. Mission. To organize safe, reliable and comfortable air transportation of passengers which will be trusted.

2. Vision. "Our goal is to build an international class airline based on the best traditions of Russian civil aviation".

3. The principles. The passenger is the main concern. Exceeding expectations. Compliance with world industry standards.

4. Instruments of non-material motivation. The company has a badge — "Outstanding Aeroflot worker". This is the most honorable award in the company. There are also certificates of honor and the Book of Honor.

The airline has a corporate club for informal communication, increasing staff loyalty to the company, building trust between employees and top management, as well as between departments and various social and age groups of the company and for sharing professional experiences.

The main channels of intra-corporate communications in "Aeroflot" are: newspaper "My Aeroflot", organization of corporate and informational and educational events (trainings, seminars), Airline Museum; publication of books on the history of "Aeroflot".

The effectiveness of the economic policy of the enterprise, its commercial success largely depends on the level of social protection of workers. Therefore, "Aeroflot" pursues a highly effective, socially-oriented policy, which includes providing employees with professional development opportunities and competitive pay; creation of comfortable working conditions for the employees of the enterprise; providing employees with career development opportunities; providing social protection for employees, including employees after retirement.

The company considers that professional improvement and staff development is a prerequisite for the success of "Aeroflot" as a whole. The company is an aviation enterprise with complex technological processes. So, the training of staff is very serious. Aviation personnel are trained in accordance with Federal Aviation Rules.

"Aeroflot" is the largest Russian airline with a great history and long traditions in the field of civil aviation. It has been on the market for more than 80 years and makes it possible for people from all over the world to overcome any distance with the maximum comfort and convenience as soon as possible.

Thus, we can conclude that corporate culture, as an organization's resource, is really significant. It can be an effective personnel management tool and an indispensable marketing tool. A developed culture forms the image of the company, and is also an integral part of the brand building process.

This is very important in modern market realities, where the organization must be customer-oriented, recognizable and comfortable for its employees in order to achieve success.

Список литературы:

1. The Editors of Encyclopedia Britannica URL: https://www.britannica.com/topic/Aeroflot (дата обращения 16.02.2020)
2. Михаил Воронин, Наталья Тихонова и Дарья Кабицкая – «HR-квест. Как сделать сотрудников адвокатами бренда». 2014. – 224 с.
3. https://www.seatmaestro.com/airlines-seating-maps/aeroflot-russian-airlines/history/ (дата обращения 16.02.2020)

Взаимодействие между космонавтом и роботом для технической и психологической помощи (на основе анализа англоязычных сайтов)

Краева А.А.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
kraevaalina2@gmail.com

The further the humanity gets away from the Earth, the more space vehicles and robots will have to think for themselves. But the development of autonomous robots is unfeasible without artificial intelligence. In general, artificial Intelligence (AI) is a set of technologies that includes software, robotics, machine learning, etc. This technology set can learn, think and make decisions on its own. AI technologies are common in our everyday lives. Starting with online translators and finishing with autopiloted cars. But the most interesting thing is that AI technologies can be used in the space industry.

Packed with crew equipment, software and hardware, the SpaceX's mission to the International Space Station also included a robot equipped with artificial intelligence.

The new addition is named CIMON and it stands for "Crew Interactive Mobile Companion". It is created by 3D printing and consists of metal and plastic. CIMON is about the size of a volleyball and weighs 5 kilograms. Thanks to artificial intelligence technology Watson AI by IBM, CIMON helps the crewmembers with their daily tasks. It can hear, see, talk and comprehend, as well as develop additional abilities as it continues to interact with astronauts. While making the conversation with people, it can identify whom it's talking to thanks to facial-recognition software. CIMON itself has a simple animated face. In addition, the robot-assistant can fly around by sucking air in and expelling it through special tubes.

Although CIMON is adjustable enough to interact with anyone, it's "adapted to" European Space Agency astronaut Alexander Gerst. While on the International Space Station, Gerst and CIMON carried out a medical experiment where CIMON served as a flying camera. IBM trained CIMON's AI using Gerst's voice, and the current version of the robot responses to his commands specifically. It helped worldwide space agencies to figure out that AI support is feasible or even expedient for future use in long-duration missions.

The major function of CIMON aboard the space station is to give instructions for performing complex tasks or repairing parts of the ship, as it is able to store the information and to process it quickly. But flying into space is a huge stress for a human-being not only from a physical point of view.

Therefore, CIMON has a social role: to communicate with astronauts during long flights. Assessment of the psycho-emotional state of astronauts is a fundamentally new task that is assigned to the assistant. This requires artificial intelligence, which can be trained to communicate with human-beings.

CIMON had been staying in space for 14 months. Then it returned back to the Earth and it demonstrated during testing that it was able to interact with astronauts and to recognize their faces, as well as to find its own way through the space station in the microgravity conditions. CIMON's mission showed researchers how a man and machines can interact and collaborate in the space environment.

Consequently, the matter can be summed up, that the development of artificial intelligence and robotic technology is very important for all humankind, especially for the space industry, because a smart robot can simplify a human life and help with something that is dangerous or resource-intensive for a human-being. In future, AI robots will make our lives much easier and better.

References:

1. AI Robot CIMON Debuts at International Space Station. URL: https://www.space.com/42574-ai-robot-cimon-space-station-experiment.html (дата обращения 11.02.2019)

2. CIMON, the cyber colleague of Alexander Gerst. URL: https://spacetodaypt.wordpress.com/2018/07/02/cimon-the-cyber-colleague-of-alexander-gerst/ (дата обращения 11.02.2019)

3. Floating robot Cimon sent to International Space Station. URL: https://www.bbc.com/news/technology-44655675 (дата обращения 11.02.2019)

4. Meet CIMON, the 1st Robot with Artificial Intelligence to Fly in Space. URL: https://www.space.com/41041-artificial-intelligence-cimon-space-exploration.html (дата обращения 11.02.2019)

5. Meet the Astronaut AI. URL: https://www.omgubuntu.co.uk/2018/07/cimon-astronaut-ai-runs-ubuntu (дата обращения 11.02.2019)

6. Robot arrives on the space station to keep astronauts company. URL: https://us.cnn.com/2019/12/06/world/cimon-space-station-scn-trnd/index.html (дата обращения 11.02.2019)

Перспективы технологий искусственного интеллекта в прикладных лингвистических задачах для авиакосмических систем

Кутузов Е.А.
Научный руководитель — Картушина Н.В.
МАИ, Москва
eugeny.kutuzov2015@yandex.ru

Artificial Intelligence (further AI) swiftly intrudes in the everyday life of humanity. A human creates technologies to make humankind life easier. Quantitative and qualitative growth of AI starts to frighten: self-checkout lanes, food delivery robots, security robots in the mainstream market lead to an imminent loss of workplaces. AI easily replaces monotonous job and many professions are starting to die off or lose its relevance. Some experts think that professions with creative component might be under potential threat, for instance, interpreters. Popular translation programs and Artificial neural networks (further ANN) are developing unbelievably fast and yet now with a certain amount of success they are able to work with data packages of text and audio.

Machine translation (further MT) has become an essential part of human life. Such programs as Google translator, Yandex Translator, Reverso Context, Multitran are indispensable assistants in learning and working. How much of accuracy is there though? The quality of translation relies upon similarity of grammatical structures of a source language and the target one; whether contextual information that program holds enough to consider cultural features. Since the translation is not only the replacement of the word X and Y to the similar ones in a target language, but it is a taking-into-account of the cultural legacy, attempt to understand the native speakers' perception of the world. At the present point in time, translating programs not altogether bad can deal with ordinary users' tasks. When it comes to a professional human interpreter, can we predict a soon loss of a workplace due to a swift development of the MT sphere or ANN? Jonathan Rechtman (Co-founder, Chief Interpreter in Cadence Translate) in his article «AI won't replace human translators yet. Here are 3 reasons why» says, «Artificial intelligence typically excels at tasks that are rooted in objective reality. Whether identifying elusive signal patterns in data sets or navigating complex road conditions, machines function best when confronted with clear mathematical or physical rules that govern their decision-making»

Despite many difficulties of this job, professional human interpreters have to face stressful situations: when a speaker talks quickly or muffled, they are trying to catch the general idea (which is impossible for machines); if this is a dialogue, interpreters will try to smooth things over. Thereby translation depends on a context along with the deep understanding of a problem and broad-based knowledge of an interpreter. Whereby many well-known programs that are able to perceive oral speech might fail to detect human voice or to stop recording and show an absolute incoherent translation.

We should not neglect AI. We need to get along with it in a professional way. As for interpreters they should use such technologies as e-dictionaries and CAT (computer-assisted translation), i.e. a form of language translation in which a human translator uses computer hardware to support and facilitate the translation process.

Thus, I want to state that the development of MT is extremely fast, algorithms are becoming more complicated, computation power is growing and so does the productivity. The system provides a correct translation of monosyllabic texts primarily of a technical and scientific content. Meanwhile translation of fictional, philosophic, politic and poetry requires the involvement of a human-interpreter due to high synonymy, implication and various hidden content planes.

Consequently, on this very stage of MT with AI elements cannot go up against the entire spectrum of translation tasks. We will only be able to talk about it only after creating a full-fledged human-like AI.

Обзор системы самолётовождения, основных функций и возможных инноваций на основе тех документации самолётов зарубежного производства

Лебедев И.К.
Научный руководитель — Дербина С.В.
МГТУ ГА, Москва
tolbot2000@gmail.com

FMS. Main functions and possible alternatives.

FMS is an important part of an aircraft electronics. It simplifies many tasks. A main purpose is working with the flight plan. Pilots use CDU to manage the FMS.

With help of extra data the FMS makes the track.

There are two modes — LNAV and VNAV.

In flight, the main task of the FMS is to calculate the airplane position and the accuracy position determining accuracy. Those sensors are:

• Aviation-quality GPS receivers are very important because of very high integrity and accuracy

• Radio communication devices are created for airplane navigation act as second-highest quality sensors. These include:

• Distance Measuring Equipment checks distances from five separate DME stations at the same time to calculate its position regularly.

• VOR (VHF Omni-directional beacon) that supply the bearing. Using two VOR stations, the aircraft position can be calculated with limited accuracy.

• Inertial reference systems use accelerometers and laser ring gyroscopes to determine the aircrafts position. They are very accurate and independent of external sources. Aircraft have the weighted average of three different IRS to calculate the position of "triple mixed IRS".

The FMS constantly checks various sensors and determines the position and accuracy of a single aircraft.

The flight plan is usually calculated before flight, either by the captain for small aircraft or by a qualified aircraft traffic controller.

More data related to flight plan organization is entered through pre-flight preparation. This can contain performance data like a gravity center, gross and fuel weight. That will also contain altitudes, containing the initial cruising altitude. The first location is needed too to an airplane without GPS

The full list of functions includes some kind of 30 things to do but those are general ones
Touchscreens are invading in devices and CDUs are not the exceptions.
But there are some reasons to not use them:
1) Flares of the Sun.
2) Usage in turbulence
3) Reliability
So in familiar form CDUs are great piece of technology that is almost perfect.

Влияние инновационных технологий на материалоемкость продукции предприятий ракетно-космической отрасли на основе английской терминологии

Логвинова В.М.
Научный руководитель — Трембач Т.Г.
МАИ, Москва
viktoria.9816@mail.ru

At present, the rocket and space industry is facing the issue of introducing the latest innovative technologies, as they are the key to the further development of the space industry. It is no secret that rational consumption of fuel-energy, material, as well as labor resources is the most important component in the production system. Using the latest technology to develop aerospace products, you can significantly influence the costs involved in its production and implementation.

There are many different indicators that you can use to measure your business performance. One of them is the material intensity of the products. It characterizes the amount of expenses per 1 ruble of manufactured products. Material consumption of products in monetary terms is measured. This indicator pays off in the analysis of raw material inventories, materials and other resources at the enterprise. In the aviation and space industries, this indicator plays a significant role, since the reduction in the costs of materials, raw materials and other necessary components for the manufacture of such products indicates the rational use of resources, which allows not only to take a leading position in the creation of highly efficient energy complexes for operation in space, to maintain the stable economy of the country, to learn the latest innovative technologies for the development of industry, but also to continue to meet the needs of mankind. The lower the material intensity index, the more finished products the enterprise can produce.

The rocket and space industry is one of the most important industries in ensuring the military and economic security of the country. The structure of this industry includes many enterprises engaged in research, development of missiles and combat missile systems, as well as space missile systems, ground equipment of space systems. The products produced by these enterprises are certainly the most complex, as they consist of many different details of the highest requirement. Advanced technologies are needed for the manufacture of satellites, spacecraft and missile systems, because they directly affect the quality of the products sold. It should be noted that the rocket and space industry significantly affects the military, scientific and economic potential of the country.

Advanced technologies in the rocket and space industry include the creation of a transport and energy module based on a megawatt-class nuclear power propulsion unit. It is seen as a multipurpose vehicle for Earth orbit operation, spacecraft maintenance, debris control, and various cargo deliveries to moon orbit. There are no analogues of this module. The feature of this project is the highest specific impulse. This module uses a high-temperature fast neutron gas-cooled reactor that is resistant to temperature and strength. This is due to special modes of operation of the transport and energy module. Electric power from the nuclear power engine is supplied by an ion engine, which reduces fuel consumption. The use of power plant and electric rocket engine will allow to obtain thrust parameters at minimum consumption of nuclear fuel, and high operation of this module (10 years) will allow to use it many times, at the same time reducing costs for organization of flights. Standard engines of the transport and energy module must use part of the electricity, which allows sufficient power reserve, which the power plant can consume in the future.

In this way, the application of this technology can reduce the maintenance costs and components of the manufacturer. Therefore, the introduction of innovative technologies in the rocket and space industry is the most important factor in reducing the material intensity of products at the enterprise level.

Значение терминов "redundancy" и "reliability" на примере летательных аппаратов, эксплуатируемых в полярных регионах

Лузанов Н.С.
Научный руководитель — Дербина С.В.
МГТУ ГА, Москва
nikneo12@gmail.com

Polar aviation is one of the branches of civil and military aviation necessary for providing logistics, passenger and other transportation, as well as observation flights in areas with extremely low temperatures — in the polar regions.

The main objectives of the polar aviation of Russia at the moment are the study and development of the polar regions, the implementation of reconnaissance missions on ice, necessary for piloting ships, the provision of research and scientific work in the Arctic Ocean and the Antarctic, the provision of equipment, food and other necessary equipment for drifting and polar stations, as well as the transportation of people and goods in the Far North. To work in such conditions, airplanes are prepared for flights differently — they introduced a more adapted service schedule, changed the lubrication of high lift devices to a less gyroscopic, added improved heating of the water distribution and drain systems, and much more.

The complexity of navigation and control of the aircraft is due to many factors, including very low temperatures, sudden changes in weather, inaccuracies of the magnetic compass in the polar regions and many others.

The main idea of my research is the introduction of an additional heating system in various parts of the aircraft that are especially vulnerable to cold, which would allow us to maintain a safe operating temperature.

This implementation will reduce the minimum safe temperature for flights, as well as optimize some technical regulations for preparing the aircraft for flight, for example, running up the engines will take much less time and will require less labor for the ground crew to prepare for this process.

References:

1. Федеральные авиационные правила "Организация воздушного движения в Российской Федерации" (утв. приказом Минтранса РФ от 25 ноября 2011 г. N 293), с изменениями и дополнениями от: 26 апреля 2012 г., 12 мая 2014 г., 21 июля 2016 г., 14 февраля 2017 г. Приказ Минтранса РФ об утверждении от 25.11.2011 №293.

2. Большая российская энциклопедия URL: https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4145182

Обучение английскому в Институте иностранных языков МАИ (на примере темы «Авиационная промышленность России сегодня»)

Лыков А.А.
Научный руководитель — Ницберг Е.В.
МАИ, Москва
likov.senya@yandex.ru

The Russian aviation industry is one of the largest high-tech sectors of Russian engineering, which occupies a leading position in the world in terms of production of civil and military aircraft [Kalliopin].

On the territory of Russia there are more than 20 large enterprises of serial production, 4 companies of pilot and experimental aircraft manufacturing, aircraft factories for the production and

repair of various aircraft. The largest are the Irkutsk Aircraft Plant (IAZ) and the Nizhniy Novgorod Sokol Plant.

Once every two years, the International Aviation and Space Salon (MAKS) takes place in Moscow, which demonstrates the achievements of the Russian aviation industry, and actively searches for new platforms for cooperation with foreign partners. During the air show, contracts were concluded in the amount of: 2005 – $ 5 billion, 2007 – $ 3 billion, 2009 and 2011. $ 10 billion each, in 2013 – $ 21 billion.

The international hydroaviation air show "Gidroaviasalon" takes place in the bay of Gelendzhik on the territory of the test-experimental base TANTK them. G.M. Beriev and the Gelendzhik airport.

HeliRussia International Helicopter Industry Exhibition is held annually in Russia.

Enterprises of the Russian aviation industry are implementing a number of projects in the field of civil, transport and military aviation.

Sukhoi Superjet 100. The first Russian passenger aircraft developed after the collapse of the USSR, a short-haul narrow-body passenger aircraft with a range of 4,600 km, designed to carry 98 passengers. Developed by Sukhoi Civil Aircraft with the participation of a number of foreign companies, including Boeing Corporation. It is made in Komsomolsk-on-Amur by the KnAAZ plant. The Superjet 100 was developed from the beginning of the 2000s and entered service in 2011. As of January 2020, 194 aircraft were produced.

MS-21 (Main aircraft of the XXI century). Near-medium-range MC-21 aircraft are created by Irkut Corporation in conjunction with its Yakovlev Design Bureau. The first flight took place on May 28, 2017, was open for public visits at MAKS-2019 in September 2019. The start of mass production was planned for 2017, but due to sanctions against UAC and Rostec corporations, this period can be postponed up to until 2025

Transport aircraft IL-476. The military transport IL-476 is a modernized version of the Soviet transport IL-76. The updated car received an improved wing, new engines and a “glass” cabin. The plane produces the Ulyanovsk factory Aviastar-SP.

Also, enterprises of the aviation industry of the Russian Federation are preparing for serial production of fifth-generation Su-57 fighters, IL-112 light transporters, and the resumption of production of TU-160 strategic bombers [Sashin, Vlasova, p. 51].

Among the promising projects is the production of Il-276 heavy transport aircraft and Baikal local airlines, the CR-929 wide-body long-range airliner, developed jointly with China.

At the enterprises of the country's aviation complex, serial production of fighters and bombers Su-30 SM, Su-34, Su-35, helicopters for various purposes Ka-52, Ka-226, Mi-35M, amphibious aircraft Be-200, as well as small-scale production Tu-204/214 and IL-96-300 airliners by order of state and law enforcement agencies.

Problems of the aviation industry. Despite the positive trends that have emerged in the Russian aviation industry over the past decade, the industry, especially its civilian segment, has still not been able to completely overcome the consequences of the crisis of the 90s: lack of qualified personnel, low efficiency of enterprise management, technological lag in a number of key sub-sectors (avionics, aircraft engines), dependence on the supply of components of Western manufacturers, shortcomings in the organization of after-sales service of products.

Another serious problem that impedes the development of the Russian aviation industry is the sanction ban on the supply of dual-use products to Russian enterprises, which has a negative impact on the rate of renewal of production lines, machine tools and the introduction of advanced technologies.

Список литературы:

1. Сашин А.П., Власова С.В. Особенности изучения авиационного английского языка на примере темы "Конструкция крыла бомбардировщика-ракетоносца ТУ-160". В сборнике: Актуальные проблемы современности в научном и творческом осмыслении студентов, аспирантов и докторантов сборник научных статей Факультета иностранных языков МАИ (НИУ). Москва, 2017. С. 50-64.

2. Каллиопин А.К. Отдавая дань памяти выдающемуся ученому и конструктору ракетно-космической техники В.П. Мишину. В сборнике: Студенческая научно-практическая конференция в рамках "Недели науки" ФИЯ МАИ-НИУ, посвящённая 100-летию со дня рождения академика В.П. Мишина Сборник докладов. Ответственный редактор А.К. Каллиопин. 2017. С. 6-12.

Космический лифт: новые возможности космических полётов (на основе анализа англоязычных сайтов)

Макарян Д.С.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
julie_mak@icloud.com

Every rocket launch into space is a huge environmental burden on the Earth. Tons of pollutants are emitted into the atmosphere. The temperature in the launch area increases significantly, the ozone layer is destroyed. To go into space, the rocket first needs to overcome the Earth's gravity. It is necessary to burn several tens of tons of fuel to put one ton of cargo into the orbit. When the spacecraft reaches the orbit, its mass will be decreased by almost a hundred of times. So, when a spacecraft goes into space, a lot of fuel is burned. The products of combustion pollute greatly the atmosphere. Part of the mass is lost by the rocket, the structural elements return back to the Earth, the rest becomes space debris and the latter remain in the orbit. Before building a safer space elevator, the scientists have to decide how to deal with this garbage because the collision of the cable with even a small particle may cause the disaster.

A space elevator has four main components: a tether, an anchor, any counterweight and a climber. The tether extends from the Earth surface onto space. The climber is like a conventional elevator carriage.

A space elevator is a revolutionary means of transport from the Earth into space. Here is how it would work. First, there is a steady platform similar to an oil rig that would be fastened at the sea depth. Then a launcher would inject a special missile into space that would set itself in the geostationary orbit over the platform. It means that the satellite would remain directly over the platform for its entire deployment. Next, the satellite would begin to drop a ribbon or a tether all the way down to the Earth. New nanotechnology makes possible the development of a light-weight, but strong tether. Once the tether reached the platform, it would be attached.

Specially designed vehicles would shuttle up and down the 36,000 km (22,236 mi) tether from the Earth to space. The trip would take about a week and the vehicle could be powered by a laser beam sent from the Earth. There are a few technological challenges, but the experts working on the research are confident that these obstacles could be overcome.

The best way to understand the benefits of a space elevator is to consider the conventional method of reaching the space. Rocket launching is expensive and inefficient for at least by two main reasons:

1) rocket fuel is dangerous and expensive,

2) rockets themselves are not reusable.

If the free-flying spacecraft are intended to return to the Earth they must be equipped with heat shields to withstand the immense heat generated by re-entry.

The elevator could be used to release satellites into space. The astronauts could also have the experience in weightlessness conditions. Once the first elevator was established, it could be used to deploy the satellites required for further elevators. It could be this technology that will bring the space travel into the mainstream.

References:

1. Cohen, Stephen S.; Misra, Arun K. (2009). "The effect of climber transit on the space elevator dynamics". Acta Astronautica. 64 (5–6): 538–553.

2. Fitzgerald, M., Swan, P., Penny, R. Swan, C. Space Elevator Architectures and Roadmaps, Lulu.com Publishers 2015

3. https://www.digitaltrends.com/dtdesign/environmental-costs-of-space-tourism/

4. https://www.explainthatstuff.com/spacerockets.html

5. https://www.nationalgeographic.com/science/space/reference/rockets-and-rocket-launches-explained/

6. https://www.thoughtco.com/how-a-space-elevator-would-work-4147230

7. https://www.space.com/24739-space-elevator-tether-technology.html

8. https://www.wisegeek.com/what-is-a-space-elevator.htm

Проблема высокочастотной балансировки роторов двигателей летательных аппаратов в англоязычном изложении

Маковецкий-Серебряков Д.Б.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Рыженков В.М.
МАИ, Москва
makovsereb@mail.ru

Currently, rotor balancing plays a large role in the operational reliability and resource of gas turbine plants.

In domestic practice, the balancing of the rotor of jet engines is carried out at low speeds, which does not allow to satisfy the requirements of the consumer.

To achieve the required resource (about 100,000 hours), increased accuracy of the rotor balancing is required, while the existing low-frequency balancing methods do not take into account the deformation of the rotors at operational speeds, which depend not only on unbalanced forces, but also on their dynamism. This is the relevance of studying high-speed balancing of rotors.

Along with this, the dynamism of the rotors is determined in the system by the rotor, support, housing and suspension. Therefore, it is necessary to experimentally determine the dynamic characteristics of these nodes and take them into account when balancing rotors.

The article discusses the existing balancing methods, studied the features of the rotors and their main characteristics, highlighted the main problems of balancing, and also describes the effects of their own frequency characteristics and provides statistical data.

The result of the work are recommendations for performing high-speed balancing of rotors, the introduction of which will increase the operational reliability and resource of gas turbine plants.

References:

1. Levit M.E. Spravochnike po balansirovke. – M.: Mashinostroenie [Reference for balancing. — M.: Mechanical Engineering] Moscow, 1992 – 461 p.

2. S.M. Beloborodov, M.L. Tselmer. Procedure of rotor balancing adjustment // S.M. Beloborodov, M.L. Tselmer // vestniki PNIPU. Aerocosmicheskaya technika [Bulletin of PNIPU. Aerospace Engineering]. — 2017. — No. 48. — P. 60-68.

Особенности изучения темы «Искусственный интеллект и естественный интеллект: зоны соприкосновения и перспективы развития» на занятиях английским языком в МАИ

Малышева А.А., Михальченко А.А.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
cynep248@yandex.ru

In the modern world technology develops faster than we can think. And this process speeds up continuously. Every day something new is being invented or produced. People have created robots with artificial intelligence to help humans simplify their everyday life, prognose and cure diseases, make life easier for those who struggle etc. Because robots must be programmed and updated. The lifecycle of a robot is quite short nowadays as technologies advance too fast.

Humankind has a dream of creating a new life form, supercomputer that will have its own brain and consciousness. The general goal is to create the nature of free will, so the machines will learn and evolve on their own. Hence, a question in science and philosophy has arisen: is it really possible to create a character which is truly autonomous?

Artificial Intelligence (AI) is the designing of Intelligent or smart system which has the ability to perform accurate learning, reasoning and perception of the surrounding actions to produce maximum success whereas Natural Intelligence or we can say Human Intelligence is the quality of the mind which has the ability to learn from past experience or situations we are currently facing to

provide several kinds of information through that gained knowledge. The question is: are these two "brains" capable of symbiosis? Can they work together towards mutual development?

Today, in 21st century, AI is already used in multiple fields of science, medicine and social institutes. High-profile examples of AI include autonomous vehicles (such as drones and self-driving cars), medical diagnosis, creating art, proving mathematical theorems, playing games (such as Chess or Go), search engines (such as Google search), online assistants, image recognition in photographs, spam filtering, predicting flight delays, prediction of judicial decisions, targeting online advertisements, and energy storage.

With social media sites overtaking TV as a source for news for young people and news organizations increasingly reliant on social media platforms for generating distribution, major publishers now use AI technology to generate higher volumes of traffic. AI evolves on its own, but it still does not have consciousness.

While AI researchers are trying to replicate our mental functions, many people are scared that AI will replace them. The relationship between automation and employment is complicated. Hundreds of jobs such as drivers and cashiers are facing substitution with machines in the next 5 years. While automation eliminates old jobs, it also creates new jobs through micro and macro-economic effects.

Other than that, there is a question of ethics. The field of machine ethics is concerned with giving robots ethical principles, or a procedure for discovering a way to resolve the ethical dilemmas, enabling apparatus to function in an ethically responsible manner through their own ethical decision making. Research in android ethics is key to alleviating concerns with autonomous systems — it could be argued that the notion of autonomous machines without ethical dimension is at the root of all fear concerning AI.

The reason of all the fear surrounding the notion of artificial intelligence is the obscurity. Nobody knows exactly what is going to happen when humans create a new life form and whether they are even able to do that. AI is tremendously helpful for humankind but is it dangerous?

The understanding of the notion "Artificial intelligence" and its working fields is a fundamentally important for the formation of the future engineer — a professional in the aeronautics, aircraft engineering.

References:

1. Резаев А.В., Трегубова Н.Д. Искусственный интеллект как проблема современной социальной аналитики [Электронный ресурс] // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2019, июнь. / Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/isusstvennyy-intellekt-kak-problema-sovremennoy-sotsialnoy-analitiki/viewer (Дата обращения: 22.01.2020)

2. Artificial intelligence [Электронный ресурс] / Универсальная онлайн энциклопедия. Доступ свободный, заголовок с экрана. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence#Applications (Дата обращения: 02.02.2020)

4. How Far is Too Far? [Электронный ресурс] / Видеохостинг YouTube, доступ свободный, заголовок с экрана. URL: https://www.youtube.com/watch?v=UwsrzCVZAb8&list=PLjq6DwYksrzz_fsWIpPcf6V7p2RNAneKc&index=2&t=0s&ev=1 (Дата обращения: 23.01.2020)

5. What is the difference between artificial and natural intelligence? [Электронный ресурс] / Quora website. Режим доступа: https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-artificial-and-natural-intelligence (Дата обращения: 30.01.2020)

Особенности изучения терминологии на занятиях английским языком в МАИ на примере темы: «Разработка беспилотного стратосферного авиационного комплекса для аэрологических исследований в целях метеорологии. Высотный Старт»

Митин Д.Е., Сухарев Д.А., Дерягин О.В.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
mitden97@yandex.ru

Исследование влияния метеорологических факторов на успешную работу различных летательных аппаратов и народного хозяйства в целях повышения безопасности и возможности долгосрочного планирования.

Актуальность данной работы представлена фактом уникальности разработки беспилотного аппарата (БПЛА) для работы в верхних слоях атмосферы с целью изучения аэрологического состояния воздушных слоев и более точного прогнозирования погоды.

Целью данного исследования является ознакомление общественности с результатами работы коллектива компании «Стратонавтика» и доказательство необходимости внедрения разработанного авторами проекта.

Гипотеза исследования заключается в минимизации издержек стратосферного беспилотного комплекса "Высотный Старт" для систематических полётов в верхние слои атмосферы.

Авторы исследования отмечают следующие особенности своего проекта:

1. Гибкость применения аппарата, обеспечивающего режимы полёта на всех эшелонах воздушного движения гражданской и военной авиации.

2. Техническое и технологическое соответствие запросам государственных служб, принципиальным требованием которых к малоразмерным БПЛА является наличие спутниковых транспондеров, полного комплекта бортовых аэронавигационных огней (БАНО) и строгого соблюдения полётных маршрутов.

3. Функциональную готовность к работе в сложных метеорологических условиях. Анализируется современное состояние изучения темы предлагаемого исследования, систематизированы данные докладов 18-го — 25-го Симпозиумов «PAC Symposium ESA on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research», где ряд коллективов из различных стран рассматривают перспективы разработки автоматической платформы для запусков дорогостоящего оборудования в стратосферу и автоматического возврата в точку старта.

Показано, что в России этим направлением занимается талантливый коллектив компании "Стратонавтика", добившийся определенных результатов.

Отмечается, что проект авторов «Высотный Старт» уже заинтересовал ряд государственных, частных и международных организаций-партнеров.

Особое внимание авторы уделяют анализу следующей проблемы: основной преградой при реализации подобных проектов в России является получение разрешений на систематические полёты в районе крупных населенных пунктов с целью обеспечения безопасного воздушного движения и сохранности важных наземных объектов.

Для глубокого изучения международных научных работ по предложенной в данном исследовании проблеме, инженерам необходимо знать особенности терминологии английского языка по рассматриваемой теме.

Студентам аэрокосмических специальностей технических вузов целесообразно изучить следующие основные термины на английском языке для облегчения работы с англоязычными источниками: aerology – аэрология, stratosphere – стратосфера, unmanned complex «High-altitude Start / Visotny Start» — беспилотный комплекс «Высотный Старт», difficult weather condition -сложные метеорологические условия, onboard aviation navigation lights — бортовые аэронавигационные огни (БАНО), автоматическая платформа для запусков — automatic

platform for start / launch, безопасность воздушного движения — the safety of air traffic, спутниковый транспондер – transponder, возврат в точку старта — return to the start point.

В результате проведенного исследования делается вывод, что предложенная гипотеза верна и, следовательно, необходимо создание условий для внедрения предложенной авторами исследования разработки.

Необходимо дальнейшее развитие и продвижение проекта, в том числе, и на английском языке.

Список литературы:

1. Страто-планер [Электронный ресурс] / Ближний космос, Аэрокосмическая лаборатория. — Заголовок с экрана, доступ свободный. URL: http://nearspace.ru/?page_id=258 (Дата обращения: 01.02.2020)

2. «PAC Symposium ESA on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research» / Website PAC Symposium ESA, Visby, Sweden, 2017, 11-15 June. Заголовок с экрана, доступ свободный. URL: http://pac.spaceflight.esa.int/ (Дата обращения: 25.01.2020)

3. Центральная аэрологическая обсерватория. Режим доступа: http://www.cao-rhms.ru/ (Дата обращения: 10.02.2020)

Английский язык для инженерных специальностей МАИ на примере темы «Анализ факторов, влияющих на котировки акций авиастроительных корпораций и авиакомпаний»

Михальченко А.А., Малышева А.А.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
vlonesuperman@gmail.com

Авиационная отрасль во всех странах мира, являясь важнейшим высокотехнологичным и наукоемким сектором промышленности, обладает значительным денежным оборотом и требует огромных капиталовложений. В данном исследовании анализируются некоторые факторы зависимости данной отрасли от внешних условий.

Изучение материалов таких компаний, как Boeing, Airbus, ОАК, Аэрофлот, с акцентом на информацию из англоязычных источников западных аналитиков и сводки таких порталов, как CNBC, CNN, MSN, показывает, что авиастроительные корпорации и авиакомпании-перевозчики испытывают влияние экономических законов рынка.

Актуальность данной работы представлена идеей о необходимости для авиационных предприятий быть выгодными инвесторам, занимать устойчивое положение на рынке ценных бумаг, оставаться успешными и в бизнесе, и для потребителей, что достигается постоянным мониторингом курса акций и умением просчитывать возможные изменения рынка.

Авторы данной работы подчеркивают, что грамотное планирование баланса, перспективный анализ рынка ценных бумаг, оптимальные прогнозы на котировки акций не всегда возможны.

В данном исследовании анализируются факторы, влияющие на акции авиастроительных корпораций и авиаперевозчиков.

Особое внимание уделяется зависимости рентабельности и доходов авиационных корпораций и авиакомпаний от катастроф воздушных судов.

Углубленно исследуется влияние авиакатастроф на указанные выше факторы. Благодаря наличию точной хронологии некоторых крушений авиалайнеров, а также данных о поведении акций компаний в период авиакатастроф, проводятся параллели между действиями управляющего состава и реакцией рынка, анализируются тенденции к росту или падению рынка акций и, соответственно, делаются выводы, позволяющие получить научно обусловленные знания для экономически выгодного контроля подобных ситуаций в будущем во избежание потери огромного количества средств.

Оценивается степень влияния экономической составляющей деятельности авиастроительных корпораций и авиакомпаний на качество предоставляемых ими услуг.

Производится исследование важности грамотной оценки потенциала такого финансового инструмента, как акции, в условиях рыночного ценообразования.

В данном исследовании анализируются реакционные способности зарубежных и отечественных компаний в ситуациях форс-мажора, сравниваются показатели ликвидности их акций. Делается вывод о том, что любое происшествие будет менее экономически болезненным для российских компаний, чем для зарубежных.

Особое внимание в научной работе уделяется интеграции знаний по специальности «Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки» и экономическим аспектам авиастроения.

Показана необходимость изучения английского языка для квалифицированного перевода материалов по предложенной теме. К примеру, предлагаются следующие базовые термины: competitiveness – конкурентоспособность, stocks – акции, liquidity – ликвидность, correlation – корреляция, investment – инвестиции.

Делается вывод о существенном влиянии огромного числа труднопредсказуемых внешних факторов на финансовый успех компаний, занятых в авиационной сфере.

Список литературы:

1. Банкожитенко Е.В., Власова С.В., Зубанова С.Г. Особенности научно-педагогических подходов при обучении иностранному языку студентов технических факультетов МАИ (НИУ) //Интернет-журнал «Мир науки» 2017, Том 5, No2http://mir-nauki.com/PDF/13PDMN217.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

2. Бутов А., Рынок продукции гражданского авиастроения. [Электронный ресурс] // Центр развития ВШЭ / Режим доступа: https://dcenter.hse.ru/data/2018/11/19/114180420/02018.pdf. (Дата обращения: 13.01.2020)

3. Интервью гендиректора «Аэрофлота» Интерфаксу. [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.interfax.ru/interview/673986. (Дата обращения: 03.02.2020)

4. Как аварии самолётов влияют на акции авиакомпаний. [Электронный ресурс] // Финансовый портал РБК / Режим доступа: https://quote.rbc.ru/news/article/5cd019bf9a794763f293cfa5. (Дата обращения: 17.01.2020)

5. Клочков В.В., Критская С.С. Прогнозирование влияния экономических санкций на развитие российской авиационной промышленности. [Электронный ресурс] // Проблемы прогнозирования. — 2017. — № 6. / Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/v/prognozirovanie-vliyaniya-ekonomicheskih-sanktsiy-na-razvitie-rossiyskoy-aviatsionnoy-promyshlennosti. (Дата обращения: 12.02.2020)

6. Forsberg Dick. World fleet forecast: 2017 – 2036. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://dm1es2gjsclbk.cloudfront.net/old_data/newsroom_and_thoughts/2018/07/Avolon_White-paper_Digital-27.10.17.pdf. (Дата обращения: 30.01.2020)

7. The year that changed Boeing: Airplane maker struggles to regain footing since first 737 Max crash. [Электронный ресурс] // Consumer News and Business Channel/ Режим доступа: https://www.cnbc.com/2019/10/22/. (Дата обращения: 28.01.2020)

Особенности изучения темы «Перспективы исследования космоса» на занятиях английским языком в МАИ

Мымрина В.П., Борисова Е.А.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
veramir2015@mail.ru

Сегодня астрономия решает крупномасштабные инженерные задачи, опираясь на научные принципы познания мира, тесно сотрудничая с исследовательскими институтами, высокотехнологичной промышленностью.

Целью данной работы является изучение перспективных методов изучения космоса с помощью разных видов наземных и космических аппаратов — телескопов, искусственных спутников, космических зондов.

Актуальность выбора темы обусловлена рядом причин:

1. прямая зависимость выживания Земли от эффективности противостояния человечества метеоритам, космическим излучениям;

2. необходимость пополнения ресурсов нашей планеты;

3. поиск ответа на вопросы о происхождении жизни, строении Вселенной, первооснов темной материи и темной энергии, контакта с разумными существами.

Авторы исследования анализируют важность применения уникальных технологий для изучения космоса. К примеру, создание сверхбольших суперчувствительных наземных телескопов Giant MagellanTelescope (GMT, 2024) и Extremely Large Telescope (ELT, 2022), анализирующих данные о происхождении углерода, кислорода, азота, формировании первых звезд, темной материи, признаках биологических процессов. ELT, нацеленный на галактики с большим красным смещением и области звездообразования, способен измерять ускорение расширения Вселенной. В конструкцию телескопов интегрированы адаптивные оптические системы для компенсации помех от атмосферной турбулентности.

В исследовании сделана попытка проанализировать перспективы применения ультрафиолетового спектрометра PHEBUS на европейском аппарате Mercury Planetary Orbiter для изучения состава и динамики меркурианской экзосферы, и камеры наблюдения в лучах натрия MSASI на японском аппарате Mercury Magnetospheric Orbiter. её задачей является построение распределения атомов натрия в экзосфере Меркурия, определение их температуры и источника. Результаты позволят исследовать структуру магнитного поля, вулканизм и экзосферу Меркурия.

В данной работе также рассматриваются перспективы исследования магнитных полей черных дыр, нейтронных звезд, пульсаров на примере миссии IXPE (Imaging X-ray Polarimetry Explorer, 2021). Поскольку черные дыры нагревают окружающие газы до миллионов градусов, излучение может быть поляризовано, и эти колебания зафиксируют три космических телескопа с камерами, что позволит ученым ответить на многие вопросы.

В исследовании изучаются современные способы фиксации деятельности Солнца на примере уникальной обсерватории Parker Solar Probe (2018-2025), которая будет вращаться в 6,5 миллионах км от поверхности звезды, исследуя солнечную корону, что приведет к более точному прогнозированию магнитных бурь.

Рассматривается возможность изучения планет Солнечной системы, галактик, квазаров с помощью орбитальной инфракрасной обсерватории — космического телескопа имени Джеймса Уэбба (2021). Астрономы надеются, что аппарат поможет собрать больше данных о массах и диаметрах планет для определения их типа. Уникальность данного телескопа состоит в исследованиях в инфракрасной части спектра.

Отмечается, что международное сотрудничество в исследовании космоса диктует необходимость изучения студентами аэрокосмических вузов иностранных языков, в частности, овладение научно-технической лексикой. Примерами словаря специальности могут быть следующие термины: экзопланеты (exoplanets), квазары (quasar), ультрафиолетовый спектрометр (ultraviolet spectrometr), орбитальная обсерватория (orbital observatory), солнечный ветер (solar wind), зонд (probe).

В исследовании доказывается, что изучение космоса открывает новые перспективы для международного сообщества. Делается вывод о необходимости изучения аэрокосмического английского языка для работы с источниками информации, участия в международных конференциях и проектах.

Список литературы:

1. James Webb interview. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://nplus1.ru/material/2018/03/19/james-webb-interview, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 20.01.2020)

2. На Меркурий за водой [Электронный ресурс] / Интернет платформа N+1. — 2018, октябрь. Режим доступа: https://nplus1.ru/material/2018/10/19/colombo, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 14.01.2020)

3. Giant Magellan Telescope Organization Casts Fifth Mirror. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.gmto.org/2017/11/giant-magellan-telescope-organization-casts-fifth-mirror/, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 06.02.2020)

4. Parker Solar Probe. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Parker_Solar_Probe, свободный. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 23.01.2020)

Проблемы перевода иностранных топонимов в авиасообщении

Онуфриев М.М.
Научный руководитель — Садовская М.Л.
МАИ, Москва
misha.onufriev@gmail.com

Many have heard of the miracle on the Hudson, but the truth is that there was no miracle on the Hudson. Rather, the miracle itself was, but not on the Hudson. The correct translation for the name of this river is Hudson. In Russian there are a lot of incorrect translations of proper names. Especially a lot in toponyms.

The cities of Hamburg, Hanover, Braunschweig, Halle, Rostock, London, Nottingham, Glasgow, Washington and many others are not correctly translated into Russian. Acceptable, but incorrect. And there are a lot of such place names. For example, the British city of Halifax, also a carrier of an incorrect name in Russian, is known by Handley Page Halifax fighter plane.

In addition to place names, first and last names are also incorrectly translated. I study German and was very surprised when I found out that Dr. Freud from the training texts is Freud. And there are a lot of such transfers. Einstein, Heine, Euler, Churchill, Washington, Hitler, etc. In the same list of names, Heinrich, Karl, Johann and so on.

Proper names are translated into Russian by transliteration or transcription, depending on the existing linguistic tradition. In this case, not direct transcription or transliteration is used, but practical. That is, the final similarity is important to the translator, and not respect for the native language.

Since translation usually takes shape in tradition, one would think that it came from the Russian Empire. But it turns out not. Since most of the scientists were educated people and knew not only the Russian language, and many were directly acquainted with those whose names are translated incorrectly, problems with the translation were in formalizing the rules for translating proper names. Although some rules began to take shape even then. For example, the translation of Czech Karol and French Charles, became Karl. In general, in connection with close cultural ties, all foreign names we tried to lead to Russian or German.

In the Soviet Union, after the spelling reform of 18 years and diplomatic practice, other translation traditions began to take shape. The language began to simplify for the sake of mass.

An example from the life of Soviet diplomats. Surprisingly, the name Churchill was transferred as correctly as possible, almost perfectly. However, due to the peculiarities of printing and the dislike of using the letter ё in documents, he passed not as Churchill, but as Churchill.

Interesting thing, most of the military equipment, despite such complex names as Hurricane or P-38 Lightning, are translated correctly. Often this is due to the fact that their names are taken firsthand, from the front. But military people have a lot of time for letter-by-letter translation. As they heard, they recorded it. Sometimes, however, mistakes in surnames are followed by errors in other names. This also affected the German aircraft designer Ernst Heinkel, who was actually Heinkel. The same problem is associated with the miracle in the Hudson. The correct name for the Hudson River. In honor of her discoverer Henry Hudson.

For many, it is no secret that the United States is a country of immigrants. On the banks of the Hudson River, or rather Hudson, there is the city of Athens. The irony is that it is written just like Athens in English. And yes, as you might guess, this is the same name, only Athens is an incorrect translation, and Athens is the version closest to the carrier language that has passed through the ages.

There are enough problems in the Russian language. It is important to recognize and resolve them. We have incorrectly translated proper names, this often leads to problems with understanding. In communication, transport, science. Especially science. Correct translation is a sign of respect for the people who speak it, respect for others is a sign of respect for oneself.

References:

1. https://stevemorse.org/russian/eng2rus.html
2. https://www.loc.gov/catdir/cpso/romanization/russian.pdf
3. Great Russian Encyclopedy. Volume 32. — M., 2016.-- S. 340—341.
4. G. Gerych. Transliteration of Cyrillic Alphabets. Ottawa University, April 1965. 126 pp.
5. Yushmanov N.V.. Key to latin writing of the globe. — M. — L., 1941. — P. 19 (cited by R. Gilyarevsky, B. Starostin, Introduction // Foreign names and names in the Russian text: Reference. — 3rd, rev. And additional. — M.: Higher School, 1985. — S. 17.).
6. A.M. Sukhotin. Transfer of foreign geographical names M., 1935
7. A.A. Reformed Introduction to linguistics M., 1947

Ностратические языки и ностратическая гипотеза в контексте развития языкового образования в МАИ

Орлов В.В.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Федулова А.Н.
МАИ, Москва
sinoby101@mail.ru

Данная статья рассматривает такую тему, как ностратическая теория.

В рамках этой темы будут рассмотрены: ареальный подход к классификации языков, краткий обзор

ностратического языка и методы сравнительно-исторической лингвистики, благодаря которым стала возможной реконструкция этого языка.

Сравнительно-историческая лингвистика — одна из самых сложных и интересных областей языкознания, которая занимается прежде всего установкой родства между всеми существующими языками. Исходя из идеи происхождения всех языков от одного общего праязыка в процессе его постепенного дробления, становится возможной и реконструкция более древних языков на основе сравнения современных живых естественных языков. Ностратический язык — это самая глубокая древность, куда нам удалось на данный момент копнуть, во многом благодаря нашим отечественным учёным, работавших в этой области.

В рамках данной темы мы рассмотрим:

1 Ареальный подход классификации языков:

а) Понятие дивергенции в лингвистике

б) Деление языков на семьи и макросемьи

2 Ностратический язык в современном представлении

а) Фонетика языка

б) Лексика языка

в) Грамматика и тип языка

3 Методы сравнительно-исторической лингвистики и их применение в рамках реконструкции ностратического языка

а) Сами методы, применяемые к реконструкции любого древнего языка

б) История и методы реконструкции конкретного разбираемого языка

в) Критика данной теории на основе всего выше сказанного.

Следует также указать, что данная теория отличается относительной новизной, поэтому она всё ещё имеет статус обсуждаемой. Таким образом мы имеем дело с довольно актуальным вопросом, на который в научных кругах существует неоднозначное мнение. Мы постараемся с позиции студента лингвистического направления определить, насколько же всё-таки эта теория имеет перспективы перейти в статус подтвержденной и в каком времени это может произойти.

Обзор англоязычных публикаций на тему инновационных технологий для решения экологических проблем в рамках подготовки специалистов для авиакосмической отрасли

Палий М.А., Безруков В.И.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
maria.pma99@gmail.com

The effect of technology on any area is determined by how people use it: either technology harms us and nature, or helps solve various problems. The boundaries between innovation and the environment are gradually blurring. When people learn how to correctly use technological resources in nature, it will be possible to maintain the state of ecology of our planet at a qualitative level.

As a result of mastering the bachelor's program from a graduate who has received a bachelor's degree in Innovation is supposed to have the ability to justify the adoption of a technical decision in the development of a project, to choose technical means and technologies, including taking into account the environmental consequences of their application; the ability to apply knowledge of a foreign language, and information technology in innovation. The work touches environmental problems, climate change and environmental pollution studied not only by the scientists of our country but also abroad. The purpose of my work is to search, collect and analyze information materials from open English-language sources, as well as from sources specializing in the implementation of innovative technologies.

One of the most important environmental and technological advances in recent years has been in the clean energy sector. Renewable energy sources, such as solar, wind and hydropower, have become much more common, as well as cheaper. For example, Tesla has created solar panels that look like ordinary roof tiles, which attracts the attention of users in their use.

Mobile devices that have recently entered our lives help reduce paper usage and deforestation. Many educational institutions practice learning using computers and tablets, thanks to electronic access to educational materials and libraries. Any information can be stored in cloud services, and the latest developments in the field of IT help to reliably protect this data.

The world's largest company, Google, is also participating in the environmental monitoring program. They equipped their Street View cars, which drive and take a map of the area, with air pollution sensors. The vehicles were equipped with air sensors for measuring nitric oxide (NO), nitrogen dioxide (NO2), particulate matter (PM 2.5, PM 10), ultrafine particulate matter (PM 0.1) and black carbon. Such cars have already been used in several countries. Data is obtained for a certain period and then compared, how the indicators of air condition have changed.

Another major company that is introducing new technologies to solve environmental problems is Intel. As a leader in the field of new technologies — from artificial intelligence to the Internet of things and 5G communications — Intel is uniquely suited to create the foundation that will enable the introduction of innovations in the field of sustaining the environment. The company also uses drones, which conduct aerial photography of various natural objects. Then a three-dimensional model is assembled, according to which one can determine the state of forests, the height and health of trees of all species. Also, such a system allows you to track the amount of carbon and warn of possible dangers.

Another big environmental problem is the large amount of methane emissions. One of the largest sources of methane emissions is the oil and gas industry. This issue was discussed at the Global Climate Action Summit in San Francisco.

It became known that reducing methane emissions will help slow down the rate of warming. 5 years ago, in the USA, research was already conducted in about 40 oil enterprises. A synthesis paper published in Science concluded that the US oil and gas industry emits 13 million metric tons of methane each year — nearly 60% more than current Environmental Protection Agency estimates. Using these studies, it was possible to assess the magnitude of the problems. At the same time, the major fuel companies Shell, Qatar Petroleum and others also pledged to reduce emissions.

Thus, in the course of my work, I studied the information of various foreign sources on environmental issues. During the analysis of the data, a sufficient amount of information was obtained to prove that environmental problems can be solved with the help of innovative technologies that are already being applied in the leading countries of the world.

References:

1. Six Ways Tech Is Helping the Environment – URL: https://blueandgreentomorrow.com/features/six-ways-tech-helping-environment/;

2. Air Quality – URL: https://www.google.com/earth/outreach;

3. Applying emerging technology to solve environmental challenges – URL: https://phys.org/news/2018-12-emerging-technology-environmental.html;

4. How technology is leading us to new climate change solutions – URL: https://www.weforum.org/agenda/2018/08/how-technology-is-driving-new-environmental-solutions.

Английский язык для инженерных специальностей на примере изучения темы «Международная программа по исследованию Венеры»

Панина Ю.М., Грачев Е.В.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
panina97@yandex.ru

Целью данной работы является анализ перспектив международного участия в подготовке и осуществлении программы венерианских исследований.

Активное изучение Венеры началось ещё в 60-х годах прошлого столетия. С тех пор было создано множество отечественных и иностранных аппаратов, предназначенных для изучения Венеры и её поверхности. Авторы данного исследования считают, что большинство современных проектов для максимально эффективного исследования Венеры потребуют совместных международных усилий, поскольку технологически и конструкционно будущие космические аппараты должны отвечать новым требованиям и выполнять комплекс запланированных мер, что в современных условиях глобализации экономики невозможно выполнить одной стране.

Анализ работ ученых показывает, что, с точки зрения освоения и колонизации, Венера перспективнее, чем Марс, по следующим причинам: убирать лишнюю атмосферу легче, чем восполнять недостающую; Венера ближе к Земле по размерам и массе; на высоте 50 км на планете существует зона, в которой давление приблизительно равно земному; на поверхности Венеры можно найти уран, который используется в качестве ядерного топлива, торий, применяемый в атомной энергетике и металлургии. Десятый Московский международный симпозиум по исследованиям Солнечной системы в октябре 2019 года часть заседаний посвятил обсуждению интернациональных проектов изучения Венеры.

Авторы данной работы считают, что программа такой сложности должна осуществляться в международном объединении, реализовываться и технически, и финансово, опираться на опыт выполнения советской Венерианской программы. В истории есть уже примеры подобных работ «Вега», «Venus Express», «Венера – Д». Проекты, осуществляемые в будущем, требуют немалых денежных, технологических и временных затрат, а также предполагают международное сотрудничество. В настоящее время рассматривается возможность исследования Венеры совместными усилиями российских и американских специалистов (проект «Венера-Д»), детали проекта были рассмотрены на Международной конференции в Москве.

Полноценное исследование Венеры на базе совместных международных проектов поможет разобраться в будущих изменениях в земном климате и пополнить знания в области сравнительной планетологии. Однако, в данный момент трудно говорить о скорой колонизации, для осуществления которой нужна соответствующая ракетная техника, построение которой на базе современных технологий даже совместными усилиями всех стран невозможно в полной мере.

Несмотря на то, что Россия на протяжении десятилетий занимает лидирующие позиции в изучении космоса, существует множество научной литературы, публикаций, материалов международных конгрессов на английском языке, не имеющих русскоязычного перевода. Следовательно, специалистам требуется владение англоязычной лексикой и знание терминов, таких как аббревиатуры LLISSE (Long-Lived In-Situ Solar System Explorer), DAVINCI (Deep Atmosphere Venus Investigation of Noble gases, Chemistry, and Imaging) GEER (Glenn Extreme Environment Rig), VISAGE (Venus In-Situ Atmospheric and Geochemical Explorer), VICI (Venus In-situ Composition Investigations), а также узкоспециальных терминов: Venus Express data, aerostat, most like-Earth neighbour, reentry vehicle, hemisphere, aerodynamic characteristics, temperature fluctuations, silicon-carbide semiconductors.

На данный момент языком общения в научном обществе является английский, на нем написано преобладающее большинство всевозможных публикаций, проводятся конференции, международные встречи. В связи с этим, английский язык должен являться обязательной дисциплиной как для студентов, так и для профессиональных деятелей.

Список литературы:

1. Буслаев С.П., Воронцов П.А., Графодатский О.С. Анализ отработки посадки космических аппаратов "Венера-9–14" и "Вега-1, -2" на венерианский грунт для разработки перспективных космических аппаратов "Венера-Д" [Электронный ресурс] / Инженерный журнал: наука и инновации, 2018, № 8. / Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-otrabotki-posadki-kosmicheskih-apparatov-venera-9-14-i-vega-1-2-na-venerianskiy-grunt-dlya-razrabotki-perspektivnyh-kosmicheskih (Дата обращения: 20.01.2020)

2. What will it take to go to Venus? [Электронный ресурс] // Science news. — 2018, February / Режим доступа: https://www.sciencenews.org/article/what-will-it-take-go-venus (Дата обращения: 26.01.2020)

3. Understanding why our most like-Earth neighbour is so different [Электронный ресурс] // ESA, Cosmic Vision, 2015-2025 / Science programme. Режим доступа: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1703/1703.09010.pdf (Дата обращения: 17.01.2020)

4. Russia, US Mulling Joint Mission to Venus [Электронный ресурс] // Space.com. – 2017, January / Режим доступа: https://www.space.com/35333-russia-nasa-venus-mission-venera-d.html (Дата обращения: 02.02.2020)

Использование научной терминологии в исследовании Блокчейн технологии по курсу английского языка (в МАИ)

Парлюк А.Н.
Научный руководитель — Мусина Е.Д.
МАИ, Москва
2001dream27@gmail.com

With the growing popularity of cryptocurrency the topic of blockchain technology has become actively discussed. Some people think that blockchain will be a real breakthrough in bank use and secure databases in near future.

Blockchain technology was invented in 1991 by Stuart Haber and Scott Stornetta, but real use this technology received only in January 2009 as a component of the digital currency – bitcoin.

Basically, blockchain is referred to cryptocurrency transactions, but its application may be much wider.

What is blockchain?

Blockchain is a continuous consistent chain of blocks built according to certain rules. Each block of the chain stores information and can hold up to 1 MB of data.

Information contained in blocks is divided into three types: the time of the transaction, its participants and the unique code called “hash”. This cryptographic code allows us to distinguish different blocks.

How blockchain works?

Digital records, such as information about completed transactions, are combined into "blocks", which are then cryptographically linked into a "chain" using sophisticated mathematical algorithms. Each block is linked to the previous one and contains a set of records. New blocks are always added strictly at the end of the chain.

Bank use

Experts see the main application of blockchain technology in banking. Financial institutions only work 5 days a week and checking large transfers can take a long time due to the huge number of transactions that banks have to settle. The blockchain, on the other hand, always works and can process transactions in a few minutes. On average, it takes 10 minutes to add a block to the blockchain regardless of the time or day of the week. Fast and secure exchange of funds is the main advantage of the blockchain.

What's next for blockchain?

At present, there are not many projects based on blockchain technology, but many banks are going to implement it in the near future. This is a young technology and because of its advantages, its applications may be much wider than the financial sphere.

К вопросу об английских лексических заимствованиях в современном русском авиационном языке

Пахомова Ю.В.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Зайченко А.А.
МАИ, Москва
rhbinjgf@mail.ru

Каждая область науки и техники формирует свой профессиональный язык, который берёт истоки из общеупотребительной лексики. Аэрокосмическая промышленность не является исключением и также обладает своим специальным языком с определенным функционалом, терминологией, жанрово-стилистическим своеобразием и формами реализации [1. С. 82].

Язык аэрокосмической промышленности, как и любой другой специальный язык, стремиться к интернационализации, поскольку профессиональные знания универсальны и не имеют границ. В результате активного сотрудничества отечественных специалистов с коллегами из англоговорящих стран в языке аэрокосмической промышленности появляется множество заимствований из английского языка.

В условиях интенсивного расширения языковых контактов одной из важнейших проблем лингвистики является появление и последующее частое употребление большого количества новых слов, возникших на базе английского языка, и, как следствие, необходимость их изучения и анализа.

Лексика авиации и космонавтики формируется за счет научных и технических терминов, слов общей лексики, профессионализмов и жаргонизмов. Благодаря прогрессу авиационная и космическая лексика активно пополняется из других языков, в том числе и из английского. Заимствования, пришедшие из английского языка, называются англицизмами.

Изучением причин заимствования иноязычных слов занимаются многие ученые-лингвисты. Например, Л.П. Крысин, говоря о причинах появления заимствований, выделяет лингвистические и экстралингвистические причины. По его мнению, лингвистические причины призваны уточнить понятие и разграничить некоторые смысловые оттенки [2. С. 30]. К таковым причинам внедрения заимствований в терминологическую систему русского авиационного языка можно отнести:

1. Языковую точность, а именно необходимость разграничить содержательно близкие, но всё же различающиеся понятия и необходимость специализации понятий в той или иной сфере. Например, употребление слова «аэрофинишер» вместо словосочетания «устройство для торможения самолёта», так как «аэрофинишер» – это устройство для торможения самолёта при посадке на палубу авианесущего корабля [3. С. 96];

2. Языковую вариативность, а именно желание подобрать интернациональный синоним к термину. Например, употребление англицизма «аэроклуб» (от англ. air и club) – авиационная спортивная организация [Там же. С. 96];

3. Языковую моду. Заимствованное слово будет восприниматься как более престижное. Например, употребление термина «авиакомпания» вместо слова авиапредприятие [Там же. С. 15];

4. Стремление к языковой экономии.

Русские термины имеют более длинную структуру, чем англо-американизмы: «бизнес-джет» (от англ. business jet) – административный самолёт, «кластеризация» (от англ. cluster) – разбиение объектов на сектора, «авионика» (от англ. avionics) – авиационная электроника. Исходя из этого, использовать английский аналог удобнее и быстрее.

Переходя в русский язык, термины претерпевают фонетические изменения. Принимающая или заимствующая сторона видоизменяет иностранные понятия согласно нормам своего языка. При этом, внешне термины также меняются согласно нормам принимающего языка.

Английский язык является базовым для мирового авиа- и ракетостроения. Поэтому именно его лексика активно заимствуется для номинации специальных понятий в этой области. В настоящее время данная тенденция продолжается, что подтверждается большим количеством англицизмов в современном русском авиационном языке.

Список литературы:

1. Зайченко А.А. О некоторых приемах обучения специальной лексике переводчиков в сфере профессиональной коммуникации // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – Ставрополь: Изд-во СевКавГТУ, 2006. – № 1(5). – С. 81-84.

2. Крысин Л.П. Слово в современных текстах и словарях. Очерки о русской лексике и лексикографии – М.: Знак, 2008. – 320 с.

3. Авиация: Энциклопедия / Гл. ред. Г.П. Свищев. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2004. – 736 с.

Machine Learning (по материалам иностранных источников)

Петросян В.А.
Научный руководитель — Журавлева М.А.
МАИ, Москва
viko20000@mail.ru

Since ancient times humanity has tried to create some intelligent creature that could be able to help people to solve different issues. Nowadays software engineers have overcome this problem. People all over the world can use artificial intelligence if they have a smartphone. We interact with Machine Learning systems every day. Often these systems provide critical services without which our technology-driven world wouldn't function. Sometimes they are also used for more nefarious purposes. But what is Machine Learning?

Machine learning is a form of artificial intelligence. ML is all about using "machine" to "learn" how to deal with problems without "programming". It is a collection of techniques that allows computers to learn directly from data, to uncover hidden patterns and structure, and use that information to solve problems and make predictions without explicit instruction from humans.

At the core of every ML system are two central components: Algorithms and Data. ML algorithms are the brains of the system. Algorithms are the brains but the data is where the knowledge is. Without the data, the brain would be empty.

While we're already seeing machine learning enter various industries in small ways, the technology is still in the very early stages. It has the potential to impact all manner of different industries.

Machine learning is a powerful tool, and as with most tools, it can be used to create or destroy. In spite of its raw power, ML has no will of its own. It will transform our world but it will not accomplish this autonomously. It is up to individual people to understand this technology and wield it in a positive direction.

Features of translation of space terminology in English and Russian languages

Пицхелаури С.Г., Шахбазян С.А.
Научный руководитель — Карлина М.А.
МАИ, Москва
sofyauptuns@gmail.com

The relevance of our report determined by the fact that space terminology is under development and is an interesting object of study, as it characterized by the novelty and development of the space industry.

The purpose of this study: to reveal the features of the translation of space terminology on the example of the English language.

In our work, the following tasks solved:

The literature of this subject was studied;

The stylistic use of space terminology revealed;

The features of the translation of space terminology in Russian and English were determined;

In solving these problems, we used the following methods:

Analysis;

Juxtaposition.

Materials of the report:

• Articles and magazines dedicated to space exploration;

• Russian-English and English-Russian dictionaries;

• Articles in English and Russian from the Internet.

The object of study is the English-language and Russian-language space terminology.

The subject of study is the specifics of space terminology in English and Russian.

Hypothesis: space terminology in Russian and English has its differences when translating texts from English into Russian.

Despite the growing importance in the modern world of space science and the diversity of its applications, space terminology in both Russian and English has not been sufficiently studied.

The theoretical significance of the study is that its results can be used in the curriculum to expand the personal knowledge of students of technical universities.

The practical significance of this report is because when translating scientific and technical texts containing space topics, accurate knowledge of the new terminology and the ability to correctly transmit it in Russian are required.

The use of English thesaurus in the description of the printed circuit boards (PCB) deformation analysis during PCB production in aviation electronics

Поздняков К.Е.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Макарова В.А.
МАИ, Москва
kiry-98@mail.ru

The study is focused on identifying the core English thesaurus used in aviation electronics in the field of printed circuit board (PCB) deformation by analyzing authentic scientific and technical sources. Using the selected English thesaurus it was made the description and analysis of PCB deformation during its production and proposed a new production method.

Printed circuit boards (PCBs) have been the foundation of modern electronics for more than 80 years. One of the main requirements for modern aviation electronics is weight and size reduction of the equipment. To meet this requirement, multilayer printed circuit boards (MPCBs) are constantly becoming more complex, increasing the density of interlayer connections, reducing the size of mounting holes and vias, as well as the size of contact pads.

This leads to the problem of spatial alignment of the contact pads of the layers under the transition holes. Misalignment occurs during the production process and is caused by base composite material deformation of PCB base and technological errors.

The deformation of thin layers in multi-layer structures is an unavoidable factor that prevents precise spatial alignment of interconnect elements: through holes and contact pads of the inner layer of the MPCB. Defects associated with deformation are manifested at the final stages of the process and lead to an increase in the number of defective products.

In addition, due to the variety of printed circuit board topologies, there are a number of problems that do not allow the use of classical methods of visual and instrumental control of defects. A preliminary assessment of the deformation allows you to reduce the number of defects.

As part of this work, a review and analysis of factors that affect the deformation of printed circuit boards are carried out. The existing methods of digital assessment of PCB deformation are considered.

Based on the analysis, a modernized algorithm for digital estimation of printed circuit board deformation was developed. The upgraded algorithm allows you to quickly and effectively get an assessment of the PCB deformation at various stages of the PCB production process. The method involves working on real printed circuit boards unlike with the methods of calculating the mathematical model of the printed circuit board deformation in CAE systems. The undoubted advantage of the method is the low cost of implementation and high processing speed of the analyzed data.

References:

1. Python Sofware Foundation: Python3. URL: https://www.python.org/ (дата обращения: 01.05.2019).

2. Кошевая И.Г., Макарова В.А. Категория художественного времени как функциональная доминанта создания текста. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2017. № 4. С. 8-15

3. Макарова В.А. Время как текстовая категория в научно-технической литературе в области менеджмента, авиации и космонавтики. // Авиация и космонавтика — 2018 Тезисы 17-ой Международной конференции. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Москва, 2018 С. 653-654

4. Mordvintsev A., Abid K. OpenCV-Python Tutorials Documentation. // Release 1. 2017 URL: https://readthedocs.org/projects/opencv-python-tutroals/downloads/pdf/latest/ (дата обращения: 01.05.2019).

Изучение аэрокосмической терминологии на занятиях иностранным языком в МАИ на примере темы «Искусственная гравитация»

Попов Д.В.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
Natarager@yandex.ru

Целью данного исследования является анализ трудностей овладения студентами технических кафедр МАИ специальной терминологией при изучении материалов по специальности на иностранном языке.

Особое внимание уделяется попытке предложить качественный алгоритм точного выбора, грамотного перевода и профессионально мотивированного применения узкоспециальных терминов по аэрокосмической тематике на основе собственного практического опыта.

Доказывается, что одно из наиболее перспективных направлений в современной космонавтике – проблема искусственной гравитации, поскольку в отсутствии силы притяжения, аналогичной земной, кости скелета живых организмов начинают разрушаться, мышцы атрофируются, что, в конечном счете, может привести к необратимым последствиям и к потере дееспособности космонавтов.

Анализируется необходимость овладения особой терминологией для работы с технической документацией, представленной в источниках на двух языках: оригинальном и английском. К примеру, при переводе статьи по теме «Искусственная гравитация» Уильяма Палоски, директора «Human Research Program» NASA, «Artificial gravity as a countermeasure for mitigating physiological deconditioning during long-duration space missions» можно встретить следующие термины: physiological deconditioning, weightlessness, normal Earth gravitational и др.

Предлагается следующий алгоритм:

1) обращение к англоязычным и русскоязычным научным статьям. Например, материалы "XVI Конференции по космической биологии и медицине с международным участием" (г. Москва, 2016 г.)

2) чтение литературы, просмотр фильмов, о решении проблемы искусственной гравитации (роман «Марсианин» Энди Вейра, фильм «Interstellar» (2014 г. Реж. Кристофер Нолан)

3) работа со словарями «Multitran», «WooordHunt»

Анализируются подходы к переводу незнакомых терминов на английском языке:

1) Обращение к словарю «Multitran».

2) Поиск термина в электронной системе словаря

3) Ознакомление с предложенными вариантами перевода термина

4) Выбор необходимого варианта перевода, наиболее соответствующего критериям темы статьи, в данном случае «Искусственная гравитация»

Например:

Artificial gravity – искусственная гравитация (авиационная медицина), искусственный вес (аэрогидродинамика), искусственная сила тяжести (космонавтика). Из всех вариантов наиболее подходящий по теме "Artificial gravity"–термин "космонавтика", следовательно, необходим именно этот перевод (искусственная сила тяжести).

Поэтому же принципу переведены следующие узкоспециальные термины:

Pseudogravity – псевдогравитационное поле

Centrifugal force — центробежная сила (от центра)

Acceleration of gravity — гравитационное ускорение; ускорение силы свободного падения

Обозначается важность понимания контекста для более корректного перевода. Например, в словаре «Multitran» даны следующие варианты:

Coriolis Effect – ускорение Кориолиса/Иллюзия, вызываемая ускорением Кориолиса/Эффект воздействия на организм ускорения Кориолиса (авиационная медицина), кориолисово ускорение/действие кориолисовой силы/действие кориолисова ускорения (авиация), эффект кориолисовых сил (в радиальной турбине) (газовые турбины), эффект Кориолиса (Морской термин). Из них следует выбрать «ускорение Кориолиса», как термин авиационной медицины.

Автор статьи опирается на собственный опыт и надеется, что предложенные алгоритмы работы облегчат понимание аутентичных научных текстов, поможет в написании научной статьи.

Делаются следующие выводы:

1) Изучение материалов аэрокосмических исследований через зарубежные источники с помощью словарей расширяет кругозор, формирует профессиональные инженерные навыки, повышает словарный запас по техническим специальностям.

2) Некорректный перевод термина через интернет-переводчик может привести к дезинформации, что особенно критично при работе с патентами, договорами, инструкциями и др.

Список литературы:

1. XVI Конференция по космической биологии и медицине с международным участием, Школа молодых ученых. [Электронный ресурс] // Баевский Р.М., Русанов В.Б., Черникова А.Г., Иванов Г.Г. Электрофизиологические характеристики миокарда и их взаимосвязь с процессами вегетативной регуляции кровообращения при длительном воздействии невесомости, 2015 / Режим доступа: http://www.imbp.ru/WebPages/win1251/Conference/2016/XVI%20Conf%20spacebio%20med/Programme.pdf Дата обращения: (07.02.2020)

2. «The effects of space travel on the human body» [Электронный ресурс] // Интервью Ричарда Холлингема с К. Фонгом, сотрудником НАСА, 2014 / Режим доступа: https://www.bbc.com/future/article/20140506-space-trips-bad-for-your-health Дата обращения: (07.02.2020)

3. William H. Paloski Artificial gravity as a countermeasure for mitigating physiological deconditioning during long-duration space missions. [Электронный ресурс] // Frontiers in Systems Neuroscience, 2015 / Режим доступа: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnsys.2015.00092/full Дата обращения: (08.02.2020).

Рунглиш как средство коммуникации в космосе и IT-сфере

Прошутина Н.А., Пивоварова Е.А.
Научный руководитель — Денисова И.П.
МАИ, Москва
n.proshutina@gmail.com

Рунглиш (англ. Runglish) — это упрощенный язык (пиджин), который состоит из русского и английского языков и используется при общении представителей разных языковых групп. С лингвистической точки зрения, рунглиш представляет собой смешанный язык или псевдодиалект английского языка. Изучение такого смешения, а также причин его появления и является целью данной работы.

Интересно, что термин “рунглиш” появился благодаря российскому космонавту Сергею Крикалеву, после того, как в 2000 году он рассказал, что космонавты использовали для общения смесь русского и английского языков на Международной космической станции. На МКС говорят так, чтобы все понимали, например, надо прикрыть люк, но не закрыть – так на борту появилось слово «приклозь»: смешение русского «прикрыть» и английского «close».

Неудивительно, что рунглиш стал одним из языков космонавтов, ведь именно русский космонавт Юрий Гагарин первым полетел в космос, а американский космонавт Нил Армстронг первый совершил удачную посадку на луну. США и Россия изначально стояли у истоков развития космонавтики и до сих пор активно сотрудничают в вопросах исследования космоса.

Большинство слов в рунглише, образованных от английских и русских слов, прочно осели и на Земле, особенно это заметно в IT индустрии, развитие которой началось на Западе. Сегодня программирование востребовано и популярно в России. Специалисты, работающие в сфере информационных технологий, ежедневно сталкиваются с примерами подобного смешения. “Пофиксить баги” — что значит исправлять ошибки, “чекать” — проверять, “дебажить”, “билдить”, “либы”, “дедлайны” и другие “рунглиши” стали неотъемлемой частью языка в области разработки. Наиболее частое происхождение подобных профессиональных терминов происходит тогда, когда английское слово «русифицируется» с помощью добавления к нему приставки и окончания.

Самый главный компонент эффективной работы – это согласованность команды в действиях каждого её члена, своевременно и быстро обеспечить которую невозможно без создания качественного и быстрого способа общения. В любой области общение является важным инструментом организации рабочего процесса, особенно в тех сферах, где сама обстановка требует взаимодействия нескольких иностранных языков и четкого выполнения всех намеченных задач. Таким образом, рунглиш является востребованным механизмом построения рабочего процесса в разных областях.

Анализ физических и химический свойств астероидов с целью изучения зарождения жизни на Земле. (На основе анализа англоязычных источников)

Путров Н.С.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
nick.putrow@gmail.com

The objectives of spacecraft mission are aimed at searching for the answers to the questions on the origin of life, which are the major source to the human knowledge. Asteroids, the leftover remnants can give the glimpses and reveal the history of the sun and the planets.

The spacecraft OSIRIS-REx is moving to Bennu, asteroid with rich percentage of carbon whose regolith may document the initial history of our star system. Bennu might include the molecular progenitor to the origin of the Earth oceans and life. Bennu is also one of the most hazardous asteroids, as it has a comparatively high possibility of affecting our planet late in the 22nd century. SC OSIRIS-REx will define Bennu's physical and chemical properties, which will be essential to recognize in the case of an impact mitigation mission. In addition, asteroids like Bennu comprises natural sources such as precious metals, organics and water. In perspective, these asteroids will shed light and speed up the exploration of our star system by manned and automated spacecraft.

OSIRIS-REx's major scientific goals:

- Analysis of Bennu's sample-return
- Setting up of asteroid mapping
- Documentation of sample site
- Evaluation of orbit deviation
- Comparison of ground-based and asteroid data.

SC OSIRIS-REx has five devices to investigate asteroid, each of which ensures key data for the exploration. This set of devices is used for distant scanning and sensing asteroid surface area. This will map the asteroid and determine what makes up Bennu, particularly the allocation of minerals, organic substances and chemical elements.

Asteroid Operations for the OSIRIS-REx mission started in August 2018 – when the spacecraft took its first picture of Bennu from a distance of about two million km – and continue until March 2021 – when the spacecraft begins its trip back to the Earth. The spacecraft formal Arrival at Bennu happened to be on the 3d of December 2018, when OSIRIS-REx transited from moving towards Bennu to functioning around this asteroid. While at the asteroid, SC OSIRIS-REx will explore and map the asteroid, move around in the close distance to Bennu, and eventually touch the asteroid surface for five seconds to take a sample-return.

Asteroid Operations are consisted of nine different stages, which are specially planned to let the exploration team to get the cognition of the asteroid, understand how to operate the spacecraft safely in microgravity conditions, and discover the best possible site for collecting sample-return.

Bennu became the object of the sample-return mission due to its structure, mass, and proximity to the Earth. Bennu is a member of the rare B-type asteroid group (primitive and rich in carbon), which is anticipated to contain carbon-based compounds and water-bearing mineral substances like clays.

Simple in structure asteroids have not considerably changed since they were originated about 4.5 billion years ago. Therefore, scientists are expected to detect organic molecules on Bennu like those that might start the mechanism of the origin of life on the Earth.

This mission applies the latest achievements in science and technology. Gaining the knowledge the humanity cherish hopes to find the answer to one of the main mysterious questions of our life – where did we come from? And this mission may become a clue in revealing this mystery.

References:

1. The Mission. [Электронный ресурс] / OSIRIS-Rex Mission. Режим доступа: https://www.asteroidmission.org/objectives/

2. OSIRIS-REx. [Электронный ресурс] / Earth Observation Portal. Режим доступа: https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/content/-/article/osiris-rex

3. NASA's OSIRIS-REx Spacecraft to Search for Trojan Asteroids Near Earth. [Электронный ресурс] / AmericaSpace. Режим доступа: https://www.americaspace.com/2017/02/06/nasas-osiris-rex-spacecraft-to-search-for-trojan-asteroids-near-earth/

4. 10 Things, Sept. 18: The Asteroid That Could Unlock Our History, Destiny. [Электронный ресурс] / NASA Scince. Режим доступа: https://solarsystem.nasa.gov/news/269/10-things-sept-18-the-asteroid-that-could-unlock-our-history-destiny/

5. NASA's OSIRIS-REx Explores Primitive Solar System Asteroid. [Электронный ресурс] / National Space Society. Режим доступа: https://space.nss.org/nasas-osiris-rex-explores-primitive-solar-system-asteroid/

6. Asteroid Operations. [Электронный ресурс] / OSIRIS-Rex Mission. Режим доступа: https://www.asteroidmission.org/asteroid-operations/

Робототехника в космосе

Пыхтеев Н.А.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ-КАИ, Казань
pyxteev.nekit@mail.ru

Robotics in space has been developing since the end of the 60s. Research in this area does not stop to this day. The article considers the history of formation, the requirements that are imposed on spacecraft, their advantages over human beings, the problems connected with them and some types of modern spacecraft.

The history of space robotics began with the world's first remotely-controlled self-propelled vehicle "Lunokhod-1", which reached the surface of the moon on November 17, 1970. Its task was to study the lunar soil, radioactive emissions and x-ray radiation. The unit was quite large according to modern standards: it had a mass of 756 kilograms, a length of 4.42 meters, a width of 2.15 meters and a height of 1.92 meters [2].

The creation of the first self-propelled vehicle was the starting point in the development of robots for the study of space. Since that time, much has changed; robots have become more multi-functional, less demanding and not so bulky.

Space robots are robots adapted to work in outer space and in difficult adverse conditions that do not need constant monitoring and maintenance. The following requirements are imposed on them: the least possible mass; long service life; low power consumption; ability to work in automatic mode.

The advantage of robots over humans is undeniable, they do not need to create a life support system on board; they can work in more severe conditions; since the robot does not have to be taken back to the ground: these are one-way flights. Thanks to this, sending robots into space is much less expensive, which gives an even greater advantage.

Despite all the advantages, robots have their drawbacks. The main problem is the delay in the signal from the Earth to the robot in space, so long-distance flights are still closed to them. The second problem is to minimize energy consumption by robots. The third problem is that robots cannot make any independent decisions in case of an emergency on a spacecraft.

Some examples of space robots are:

1. NanoKhod.

The European Space Agency, in collaboration with several industry concerns, has created the small Nanokhod micro-rover. It weighs only two kilograms, while it is able to carry on board a kilogram of instruments, exploring the area around the landing minimodule.

2. MIRO-2.

A sufficiently large robot was created to collect soil samples from other planets. The MIRO-2, which weighs only about 12 kilograms, has an automatic drill, with which it can extract up to ten samples from a depth of up to two meters. After collecting the samples, this device returns to the landing station, where the collected materials are examined using on-board analyzers.

3. TELESAR V. Robot Avatar

Japanese creators from Keio University have developed the TELESAR V robot, the device of which allows the operator not only to control the robot remotely, but also to feel objects that it touches.

To control the robot, the astronaut needs to wear a special helmet and gloves that allow him to control the robot remotely. TELESAR V is equipped with cameras and a huge number of sensors, thanks to which it can transmit information about the surrounding space and objects to humans. The control gloves have drives which allow a man to physically feel what the TELESAR V hands "feel" [1].

In conclusion, we want to say that robots in space are a rapidly developing sphere, which still has to overcome many problems in order to obtain an ideal result. Robotics in space is the future.

Английский язык для инженерных специальностей в МАИ на примере темы «Сплавы с памятью формы»

Ресулкулыева Г.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
gresulkulyyeva@gmail.com

Future aircraft engineers are actively studying the development of new technologies that are an element of industrial growth. In this context, the phenomenon of materials returning to their original shape when heated is extremely interesting.

The purpose of this study is to analyze the application prospects of shape memory alloys that have unique properties and capabilities, and numerous potential applications. They can take aircraft design industry to the new level of development and change the whole layout and aircraft systems structure.

History of development of Shape Memory alloys (SMAs) goes back to 1930s when Ölander found earlier unknown abilities of gold-cadmium. Later, more researches were carried on SMAs and it led to the discovery of Ni-Ti alloy. Potential of this alloy was soon used in the development of parts of F-14 tactical aircraft.

Analysis of scientific papers shows that SMAs are metallic alloys with ability to return to the predetermined shape when subjected to the thermal or thermomechanical variations: after apparent plastic deformation, the SMAs undergo elastic change in the crystal structure and learn to "memorize" their initial structure. This kind of behavior can be explained by Martensitic transformation.

Thermoelastic Martensitic transformations include wide range of diffusionless transformations. The authors of this study accept the following: good reversibility, small volume changes and relatively small temperature hysteresis (the latter means that the reverse transformation occurs at higher temperatures than the original transformation). High-temperature modification is called martensite and low-temperature modification – austenite.

The changes that martensite undergoes during Martensitic transformation are being analized. Two types of martensitic transformations take place in the process of forming SMAs: straight and reverse martensitic transformations. Every transformation carries its own temperature range – Ms and Ma are martensitic start and finish temperatures; As and Af are the austenitic transformation start and finish temperatures. Temperature of martensitic transformation is a function of steel grade and chemical composition. The latter implies the need for chemical composition to be in a strict proportion for shape memory alloy effects to function. If chemical composition is not subjected to the change, then an unstressed twinned martensite undergoes a stress-induced isothermal change to detwinned martensite. When the stress is removed the crystal structure remains unchanged until the material is heated. Then it transforms to austenite, as would undeformed martensite. It is shown that SMAs go from one solid phase to another and carry ability to the atomic-level rearrangements which are reversible and can be formulated to remember a shape. This specific ability of SMAs is successfully used in biomedical industry and holds great potential for aircraft design.

The authors note that advantages of SMAs have been overlooked for many years in aircraft industry. The primary advantages of SMAs are significant reductions in mechanical complexity and

size e.g. high energy densities (HEDs), direct reaction to the environmental stimuli and three-dimensional actuation (TDA). HEDs can save space which is beneficial for weight savings and hence structural efficiency. Due to the TDA SMAs with the usual polycrystalline microstructures can be produced in a variety of shapes. SMAs also reduce part count – fewer gears, pumps, and seals.

The study notes that despite all of the benefits, SMAs are not presently used in aircraft for several reasons:

1. SMAs available now are limited to activation temperature near 1000C, which creates difficulty for an airplane when temperature rises much.

2. Integration of new alloys needs structural change of whole aircraft and it is not favorable now because fatigue of SMAs is mostly unknown and new applications still favor conventional, trusted methods.

Conclusions are drawn that deeper research and wider promotion of SMAs can help find a solution for these particular issues, improve the performance of aircraft.

References:

1. Ефанов В.В., Колобов А.Ю. Применение интеллектуальных материалов в авиационно-космической технике / Москва: Изд-во МАИ, 2014. — 46, [1] с.: ил.

2. Chen, H.R. Shape memory alloys: Manufacture, properties and applications. [Электронный ресурс] / Nova Science Publishers. Режим доступа: http://www.123seminarsonly.com/Seminar-Reports/2015-02/214755737-2010-Fsanchez-Shape-Memory-Alloys-Chapter.pdf (Дата обращения: 02.02.2020)

3. Shape Memory Alloys, Modelling and Engineering Applications, 2008, Ed. Lagoudas, D.C., Springer Science+Business Media, LLC, New York, NY 10013, USA

4. Wanhill R.J.H., Ashok B. (2017) Shape Memory Alloys (SMAs) for Aerospace Applications. Aerospace Materials and Material Technologies. Indian Institute of Metals Series. Springer, Singapore

Создание англоязычной среды при подготовке специалистов в МАИ в сфере экологии на примере темы «Влияние пожаров в Сибирской тайге на экологическое положение в РФ в краткосрочной и долгосрочной перспективе»

Рогачева А.В., Яруткина Ю.А.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
arogacheva1999@gmail.com

Students of Moscow Aviation Institute (National Research University) are supposed to be able to apply a foreign language in their professional activities. The purpose of this work is to search and analyze open media sources as well as specialized sources on the problem of forest fires in the Russian Federation to identify the consequences of environmental disasters. This works helps to develop analytical skills in the sphere of our specialization.

Every year on the territory of the Siberian Federal district due to climate change burns a huge amount of forest, and there is smoke in nearby cities. This problem is relevant because it had a wide resonance. Using this example, it is possible to study the opinions of both Russian (http:/сибирь-инфо.рф/, https://tayga.info/148637) and foreign scientists, to study new points of view that are not presented in the training course.

Most of the forest in Siberia is impassable taiga, which is a unique, almost untouched by man ecosystem for animals. The nature of Siberia, in view of the Grand scale, is really diverse. First of all, it is worth noting that this is not an isolated case. Taiga burns annually, small foci that can fade themselves, or they are localized with the help of technology.

Fires in Siberia can affect the ecological state of the region both in the short and long term. The most obvious consequence of the tragedy is the spread of smog. It can cause breathing difficulties, headaches, coughing and inflammation of the mucous membranes of the eyes, nose and larynx. In

large volumes creates problems with visibility, penetration of sunlight. In this regard, it is difficult to perform works on firefighting with the help of aviation.

Many animals are trapped in the fire and simply can not escape from there. Annually in Russia about 3-4 hectares of the wood burn down, but since the beginning of 2019 in Siberia about 15 million hectares of the wood burned down. The consequences of fires can not always be estimated at the moment. Such large-scale fires leave many problems even after the localization of foci. Problems that may appear much later are more difficult to predict.

Fires in Siberia are not only a consequence of global climate change, but also its cause. According to Greenpeace estimates, these fires have already triggered the release of 225.1 tons of carbon dioxide-the gas that most affects the melting of ice in the Arctic. The second reason that forces climate change is black carbon, which is released into the atmosphere during forest fires and spreads over thousands of kilometers, settling everywhere, including in the Arctic. Soot-covered ice loses its reflective properties, heats up faster and melts faster.

Fires also destroy the soil, taking nutrients from it and killing microorganisms. This leads to soil erosion and desertification. Because of this, it will take much longer to restore the forest. Forests store and absorb carbon, excessive amounts of which affect climate change.

It will take about 100 years to restore the forest, taking into account the fact that there will be at least a small stock of seeds in the ground, and the soil will retain its reproductive properties. It will take 15-20 years for birch and aspen trees to appear on the territory of the taiga. Only in 60-70 years will they be replaced by coniferous trees again.

Анализ инвестиционной активности на российском рынке по материалам иностранных источников

Родькин А.Р., Остроумова Л.С.
Научный руководитель — Журавлева М.А.
МАИ, Москва
rodkin.9779@gmail.com

Инвестиционная активность в любой стране является важной частью экономики. Большой объем инвестированного капитала в предприятия означает, что экономика страны развивается. Внешняя среда благоприятна для ведения коммерческой деятельности. В результате увеличивается количество рабочих мест, растет достаток населения и уровень ВВП.

С другой стороны, низкий уровень инвестиционной активности вызывает противоположенных эффект, который выражается в замедлении темпов роста экономики. Любому государству критически важно сохранять высокий интерес инвесторов.

Как и любой процесс экономическая активность в стране может регулироваться, но для того, чтобы это сделать, её необходимо оценить. Существую различные организации, которые осуществляют эту деятельность: банки, инвестиционные компании, маркетинговые агенства, СМИ. В данной работе были рассмотрены исследования двух организаций Inc. и Dsight, которые попытались оценить венчурные инвестиции в России в 2018 году. Результаты исследования сильно отличаются, поэтому целью данной статьи было установить причину этого различия.

В ходе работы была проведена следующая работа:

1. Изучены результаты и методологии обозначенных источников;
2. проведено сравнение этих методологий;
3. сделано заключение, выбрано наиболее релевантное исследование.

В ходе проделанной работы были определены основные различия в методологиях, связанные с неоднозначным понимаем сути венчурных инвестиций. Исходя из полученных результатов получена объективная оценка инвестиционной активности в России за 2018 год.

«Самые технологичные аэропорты мира» в тематике занятий по английскому языку

Савицкая С.Д.
Научный руководитель — Ницберг Е.В.
МАИ, Москва
sofeco@mail.ru

The aerospace industry has historically developed at a rapid pace with extensive use of advanced technologies. [Bankozhitenko, Vlasova, Zubanova, 2017], Air transport was and remains the most comfortable and fastest way of moving through the world. In all countries the construction of new or reconstruction of existing airports. Major international airports (MA) are transport hubs with well-developed infrastructure and enhanced security measures. Very often they serve as a transit platform. This is due to the fact that they are convenient to make transfers from one flight to another. One of the most important indicators of modern MA activity is the high level of technologization of passenger service.

As you know, the use of biometric technologies at airports is a promising direction that will allow creating a technological, convenient and modern service for passengers. Today, the introduction of biometric technologies in the operation of airports is a necessity. After all, the main task is to increase the capacity, taking into account the increase in passenger traffic. Biometric identification of passengers will help to change the economic indicators of airports, improve the quality of services and ensure the efficiency of their work. [Afanasyeva, 2019]

One of the most advanced in this regard is the MA of Singapore "Changi". Thanks to innovations such as self-service terminals with biometrics, passengers can do everything themselves: print boarding passes, scan their passport. Fingerprint scanning is done in order to place your Luggage in an automatic baggage drop-off machine. Automatic checkpoint airport uses face detection technology. At present, this airport is one of the few where the use of biometric technology.

In 2018, the MA of Dubai, which is considered the busiest in the world, has a biometric tunnel for rapid passport control. This technology is based on automatic face recognition and identity identification. Similar technologies were installed in the HARTSFIELD-Jackson airport (USA, Atlanta): Delta Air Lines installed devices with facial recognition technology in one of the terminals.

Japan is famous for its developments in the field of robotics. In 2018, Haneda Robotics Lab conducted a series of tests of several robots in the MA Tokyo "Haneda Airport". The First reborg-X device, equipped with a touch panel and intrusion detection technology, is planned to be used for security and passenger escort. The OTTO 100 and OTTO 1500 robots, which have already been put into operation, are also being tested and are used for transporting heavy Luggage. Also in Tokyo, tests were conducted on compact robots Cinnamon and Robocot, whose task is to communicate and consult passengers. For this purpose, both robots are equipped with artificial intelligence technology.

American Airlines, Southwest Airlines, Delta, Frontier, United, and Alaska have implemented self-service systems in the MA of Indianapolis (USA, Indiana). New terminals allow passengers to register for flights independently, which allows passengers to significantly save their time. MA "Danis" in Beijing, together with JD Logistics, presented several new services to optimize the operation of the airport. One of the new services is delivery from the airport to any point in China, if the passenger can not take the Luggage with him on Board or it exceeds the permissible weight limit. Another service was the delivery of goods purchased at the airport: a scanned QR code on the product price tags allows you to send them via JD Logistics to the specified address in China.

References:

1. Afanasyeva T. N. Optimization of airports based on biometric technologies. In the collection: Reshetnev readings Materials of the XXIII International scientific and practical conference dedicated to the memory of the General designer of rocket and space systems, academician M. F. Reshetnev. In 2 parts. Under the General editorship Y. Y. Loginov. 2019. Pp. 475-476.

2. Bankozhitenko E. V., Vlasova S. V., Zubanova S. G. Features of scientific and pedagogical approaches when teaching a foreign language to students of technical faculties of MAI (NIU) / / online magazine "World of science" 2017, Volume 5, number 2 http://mir-nauki.com/PDF/13PDMN217.pdf (access is free). Tit. from the screen. Yaz. fair-haired., eng.

Фильмы авиационной направленности как средство изучения иностранного языка

Садыкова А.Т.
Научный руководитель — к.фил.н. Мочелевская Е.В.
АФ КНИТУ-КАИ, Альметьевск
anzhelika.sadikova99@mail.ru

За последние десятилетия английский язык стал самым значительным и доминирующим языком в мире. Его изучение требует огромного количества времени и усилий, поэтому преподаватели второго языка используют различные типы ресурсов, чтобы найти привлекательный и эффективный способ обучения. Использование медиа-файлов, а в частности фильмов, стало одним из наиболее эффективных способов изучения английского языка.

Сторонники такого способа обучения считают, что просмотр фильмов является более интерактивным и привлекательным методом преподавания и изучения английского языка. Многие исследователи утверждают, что существует несколько преимуществ, присущих использованию английских фильмов в качестве средства развития языковой компетенции. Эти преимущества включают в себя повышение мотивации студентов, повышение устных и коммуникативных навыков студентов и развитие их культурной осведомленности, что позволяет получить более аутентичный опыт изучения языка. Другие исследователи, наоборот, считают, что просмотр фильмов для изучения английского языка имеет некоторые недостатки, поскольку эти фильмы лишены учебных и педагогических намерений.

Мнения людей, изучающих английский язык с помощью фильмов, имеют важное значение для информирования педагогов и учителей второго/иностранного языка о том, нужно ли использовать фильмы в образовательных целях. Для того чтобы определить, достаточно ли эффективен просмотр английских фильмов для повышения и развития языковых навыков, было проведено исследование, основанное на изучении восприятия обучающимися данного метода обучения.

Основными методами сбора и анализа данных были анкетирование и интервью. В исследовании приняли участие 90 обучающихся. Участники учились на 1 и 2 курсах Альметьевского филиала КНИТУ-КАИ. Респонденты находились на разных языковых уровнях – от низкого-среднего до продвинутого. Возраст участников варьировался от 18 до 22 лет, и они были выходцами из разных этнических групп, включая русских, татар и узбеков. В исследование была включена смешанная гендерная группа из 42 девушек и 48 парней.

Участники описали четыре основных языковых навыка, которые могут быть развиты в результате просмотра фильмов, а именно: говорение, аудирование, произношение и обогащение словарного запаса. Как отметил один из респондентов, то достаточно длительный просмотр видеосюжетов заметно улучшил способность говорить и слушать. Респонденты отмечали, что фильмы помогают понять значения слов, ситуации в которых они употребляются. Более того, участники заявили, что видео помогают улучшить не только устные, но и письменные навыки через чтение субтитров.

Анализ данных выявил четыре темы, отражающие мнения и мысли участников о том, как и почему фильмы полезны с точки зрения изучения английского языка:

1. «Развитие языка» (языковые навыки обучающихся, а именно общение, слушание, произношение, правописание и приобретение словарного запаса, способны развиваться в результате регулярного просмотра фильмов);

2. «Аутентичное обучение» (в фильмах используется живой, реальный, гибкий и актуальный язык, что делает фильмы подлинными источниками английского языка, позволяющие изучать много интересных слов, идиом и фраз);

3. «Самообучение/Автономия» (в процессе просмотра фильмов обучающиеся полагаются только на самих себя в понимании языка и установлении языковых связей);

4. «Культурная осведомленность» (просмотр фильмов повышает культурную осведомленность обучающихся и дает им представление об англоязычной культуре).

Согласно результатам интервью, респонденты положительно отнеслись к просмотру фильмов в процессе изучения английского языка. Они подтвердили эффективность данного метода обучения и выявили ряд его преимуществ.

Однако участники, казалось, осознавали тот факт, что фильмы не всегда могут быть надежными инструментами для изучения английского языка, т.к. они не всегда предназначены для учебных целей. Это основная проблема, о которой сообщили участники. Отсутствие педагогических намерений также привело к некоторым трудностям в понимании определенных слов, используемых в фильмах.

Тем не менее, участники утверждали, что фильмы могли бы быть частью процесса обучения и преподавания. Такой способ изучения английского языка повышает аутентичность занятий и делает процесс обучения более приятным и мотивирующим.

Итак, в ходе исследования было выявлено отношение обучающихся к использованию фильмов в своем обучении. Исследование показало, что они воспринимают фильмы как эффективный и полезный способ изучения языка. Кроме того, интервью показало, что фильмы могут быть использованы для развития не только языковых навыков, но и самостоятельности обучающихся и их культурного самосознания. Фильмы – это весело, аутентично и приятно, они делают процесс обучения более привлекательным.

1. Brown, H. D. Principles of language learning and teaching. White Plains, MY: Pearson Education, 2000. 347 p.

2. Cook, V. Second language learning and language teaching. New York, NY: Routledge, 2016. 317 p.

Английский язык для инженерных специальностей в МАИ на примере темы «Экологические риски загрязнения космическими аппаратами околоземного пространства»

Салимгареева В.Р.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
manyunya.Valeria17@yandex.ru

Деятельность человечества в космосе неизбежно связано с увеличением антропогенных воздействий на околоземную среду.

Актуальность выбора данной темы заключается в анализе мер по защите околоземного пространства от загрязнения продуктами космической деятельности, участниками которой становится все большее количество стран.

Целью исследования является анализ разных видов воздействий на космическую среду и изучение мер борьбы с загрязнением околоземного пространства.

Авторы работы связывают проблему загрязнения космоса с решением вопроса предупреждения загрязнения Земли.

В исследовании дан анализ современного состояния околоземных орбит, на которых за полвека космической эры скопились тысячи тонн мусора.

Авторы работы считают причиной загрязнения околоземного космического пространства эксплуатацию ракетно-космической техники.

Анализ научной литературы показывает, что выделяется четыре типа загрязнений космического пространства: механическое, химическое, радиоактивное и электромагнитное, происходящее в результате следующих факторов:

- Выброс химических веществ в результате работы реактивных двигателей;
- Тепловое загрязнение;
- Загрязнение твердыми фрагментами и космическим мусором;
- Электромагнитное излучение радиопередающих систем;
- Радиоактивное жесткое излучение от ядерных энергетических установок на спутниках.

Показана сложность постоянного отслеживания загрязнения в околоземном пространстве. Предложены следующие направлениями работы:

• Контроль за объектами по фотометрическим данным;

• Совершенствование методики моделирования мелких фрагментов космического мусора на основе специальных экспериментов;

• Изучение закономерностей миграции вещества в Солнечной системе, источников, сближающихся с Землей, каталогизация объектов;

• Проведение наблюдений объектов искусственного и естественного происхождения в околоземном пространстве, взорвавшихся объектов.

По результатам проведенного исследования выделяются три основных метода борьбы: сбор, утилизация и коррекция траекторий полёта. К примеру, NASA предлагает использовать мощные наземные лазерные установки, либо их аналоги в космосе, испаряющие загрязнения лазерным лучом или меняющие их орбиту ионными пучками. Возможна разработка аппарата, собирающего мусор для переработки. Отмечается, что очищение космоса происходит и за счет сгорания обломков в верхних слоях атмосферы.

Показано, что все упомянутые разработки либо дорогостоящие, либо нереализуемы в рамках современного состояния науки.

Следовательно, внимание в ближайшем будущем будет уделено возможному исключению образование мусора.

Международное сотрудничество по вопросу экологии космоса развивается по следующим направлениям:

• Экологический мониторинг околоземного пространства и ведение каталога объектов космического мусора;

• Разработка способов и средств защиты космических аппаратов от воздействия космического мусора;

• Разработка и внедрение мероприятий для снижения засоренности околоземного пространства.

Поскольку борьба ведется на международном уровне, особую важность получает английский язык. Авторы предлагают базовые термины: anthropogenic impact – антропогенное воздействие, pollution of near-earth space — загрязнения околоземного космического пространства, space debris – космический мусор, analysis of the current state of near-earth orbits — анализ современного состояния околоземных орбит.

Делается вывод о необходимости введения мониторинга за космическими объектами околоземного пространства, регулировании общего количества космических запусков, выполнении технических требований при эксплуатации космических аппаратов. Это возможно только после заключения международных соглашений, для обсуждения и подписания которых будущим инженерам экологам необходим английский язык.

Употребление узкоспециализированной научной терминологии из сфер энергетики, космонавтики и авиации в произведениях публицистического жанра

Сангинов А.Д., Васильев М.А.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
amir0v.444@yandex.ru

For effective professional international communication, specialists in the fields of energy, aviation and space should know Russian and English terminology in the professional sphere. The bachelor is to be prepared for written and oral business communication. Despite the importance of knowledge of specific terminology, in the framework of foreign language training of technical specialists, little time is devoted to this purpose. Future specialists should independently study terminology, using a variety of sources to improve the effectiveness of the educational process [1].

Specific terms can be used in works of different stylistic genres and even in colloquial speech. In order to study specific terminology, in our research, we found and analyzed terminology used in articles from the resource https://www.bbc.com.

Akhmanova defines functional styles as "styles differentiated in accordance with the main functions of communication and classified as follows: scientific style-the function of the message, publicistic style — the function of influence" [2]. Publicistic style, media style serves socio-economic and cultural relations. The journalistic style serves to influence people through the media [3]. Often in the works of this style of speech we can see specialized scientific terminology.

The term [4] is a word or combination of words denoting a special concept used in science. Unlike words in the general vocabulary, which are often ambiguous, terms, while applied, are unambiguous and devoid of expression. Terms from the scientific sphere can fall into the works of the journalistic genre, for example, when studying the topic of a future article, a journalist meets new, specialized terms necessary for writing the text.

Tesla mega-battery in Australia activated.

The world's largest lithium-ion battery has begun dispensing power into an electricity grid in South Australia.

The 100-megawatt battery, built by Tesla, was officially activated on Friday.

As we can see from this example, the term «lithium-ion battery» is translated into Russian by three terms. A lithium battery is a rechargeable battery pack used in portable devices. Battery – a device for storing energy. That is, in Russian, an English-language term with a narrow meaning is translated with a broader concept.

Major power failure affects homes and transport.

National Grid said it was caused by issues with two power generators but the problem was now resolved.

A generator is a device that generates electricity or converts one type of energy into another. The number of different types of generators is huge. In the English version of this article, there is a clarification of what kind of generator we are talking about "power generators", in the Russian version, the term loses any explanation and turns from a specialized term into an ordinary polysemantic word, in this case not bearing any specific obvious meaning.

The main means of communication between people around the world is English. In the course of studying at a university, in order to become a specialist in the fields of energy, aviation or space, it is important to study the terminology of the industry, both in English and in Russian. These terms can be found not only in scientific publications but also in the media. The study of terminology, through the analysis of the use in the media, is a new and accessible way to deepen knowledge of a foreign language and in the professional sphere.

References:

1. Zhurbenko N.L. (2018). Modern pedagogical technologies used to improve the efficiency of teaching foreign languages to students of technical specialties. World of Science. Pedagogy and psychology, [online] 2(6). Available at: https://mir-nauki.com/PDF/50PDMN218.pdf (in Russian)

2. Akhmanova, O. S. Dictionary of linguistic terms. Moscow, 2005. Pp. 456

3. Lenkova T. A. On the problem of journalistic style and written discourse of the media / / Bulletin of the Chelyabinsk State University. 2010. No. 13 (194). Philology. Art criticism. Vol. 43. Pp. 94-98.

4. Shelov S. D. Once again about the definition of the concept "term" / / Bulletin of the Nizhny Novgorod University. N. I. Lobachevsky, 2010, no. 4 (2), pp. 795-799

Нестандартные способы повышения маневренных характеристик беспилотных летательных аппаратов посредством изменения конструкции крыла в тематике занятий по английскому языку у студентов МАИ

Сашин А.П.

Научный руководитель — Власова С.В.

МАИ, Москва

switteramm@gmail.com

В современных реалиях прогресс беспилотного авиастроения (БПЛА) получил сильнейшее развитие. Сотни как государственных, так и частных компаний представляют проекты различных дронов, БПЛА не только традиционных, но и очень специфичных

конфигураций, приспособленных для различных условий применения. Поскольку данные аппараты беспилотные, значительно расширяется спектр возможных технических решений, которые ранее не могли быть применены на пилотируемых самолётах из-за физиологических ограничений человеческого организма.

В данной работе предлагаются некоторые нестандартные способы повышения манёвренных характеристик беспилотных летательных аппаратов, таких как: изменение угла атаки крыла в полёте относительно неподвижного фюзеляжа и поворотное крыло ассиметрично изменяемой стреловидности.

Упомянутые технические решения не применяются серийно на пилотируемых летательных аппаратах. Автор подчеркивает тот факт, что эти концепции на сегодняшний день не получили развитие и на беспилотных летательных аппаратах, хотя рассматриваемая технология имеет большой потенциал.

Особое внимание в данном исследовании уделяется рассмотрению следующего аспекта: крыло с изменяемым в полёте углом атаки несущей поверхности (относительно неподвижного фюзеляжа) использовалось только на одном серийном самолёте – Vought F-8 Crusader. Данное решение позволяет сократить длину взлётно-посадочных дистанций, дополнительно затормозить аппарат в полёте, изменять угол атаки крыла в полёте, снизить возможность выхода на закритические углы атаки. На указанном выше F-8 представленный механизм использовался только при взлёте и посадке, поскольку технологии 60-70-х годов не позволяли полностью использовать возможности данной схемы.

Автор отмечает, что, поскольку БПЛА меньше по размеру и легче своих пилотируемых аналогов, представляется возможным и целесообразным использовать указанное крыло при всех режимах полёта, для широкомасштабного улучшения маневровых характеристик беспилотного летательного аппарата.

Также анализируется тот факт, что механизм поворотного крыла ассиметрично изменяемой стреловидности применялся только на экспериментальном летательном аппарате NASA AD-1 производства США. Данный вид изменения стреловидности позволит улучшить маневренные характеристики беспилотного самолёта в канале рыскания и крена. Кроме того, данное улучшение позволит занимать меньшие габариты при перевозке аппарата.

Делается промежуточный вывод о том, что применение вышеописанных модификаций позволит БПЛА достичь недосягаемых для пилотируемых самолётов характеристик маневренности, устойчивости и управляемости.

Новизну исследования подтверждает то, что упомянутые решения не применялись ни на одном зарубежном или отечественном беспилотном летательном аппарате.

Поскольку приведенные выше технические решения использовались только аппаратах американского производства, необходимо знание иностранных языков для работы с технической литературой.

К примеру, базовая терминология для работы с материалами по специальности по теме исследования будет следующая: high sink rates — скорость пикирования, rectify yaw instability — исправление нестабильности рыскания, larger nose cone — больший носовой обтекатель, dorsal hump between the wings – горбообразный нарост между консолями крыла.

Список литературы:

1. Житомирский Г.И. Конструкция самолётов М.: Машиностроение, 1991. — 400 с: ил.
2. Бочкарев А.Ф. Аэромеханика самолёта. Динамика полёта М.: Машиностроение, 1985. — 357 с: ил.
3. F-8 CRUSADER [Электронный ресурс] / Site USS Midway Museum. Доступ свободный, заглавие с экрана / URL: https://www.midway.org/exhibits-activities/exhibits/aircraft-gallery/jet-airplanes/f-8-crusader/ (Дата обращения: 01.02.2020)
4. Past Projects: AD-1 Oblique Wing [Электронный ресурс] / Site NASA. Доступ свободный, заглавие с экрана / URL: https://www.nasa.gov/centers/dryden/history/pastprojects/AD1/index.html (Дата обращения: 28.01.2020)

Владение профессионально-ориентированным иностранным языком — одно из условий успешности авиакомпаний

Скрыпченко Е.Н.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Рыбакова Л.В.
МАИ, Москва
egor.football11@yandex.ru

It is very difficult to imagine the modern world without business trips to other countries, without traveling over long distances, without transporting goods around the world. Imagine a situation in which in two days you should be in a city that is 3000 km away from you. This would not be a feasible task if there were no aircraft.

Aircraft do a tremendous job with an airplane owned by any airline. Which one to prefer? This issue is relevant and especially relevant today, given the staff and ordinary passengers are concerned and vitally interested in the question posed. In the works of Vasilyeva L.A., Chapenko A.A., Rudenko K.A., Oshchepkova E.S., Zakharova I.A. et al., The instability of world consulting is examined and analyzed. Scientists, aircraft designers, pilots serving Russian and foreign airlines from various positions; tourism, freight and transportation. For example, Chapenko A.A, conducted a comparative analysis of the competitiveness of the world's leading airlines [5], and Oshchepkova ES thinks that air transport has a multiplier effect, serving as a growth generator for a number of industries, primarily aircraft manufacturing and tourism. Confirming data are given that characterize the dynamics of growth in world passenger traffic over decades, starting from the 50s of the last century and to the present time [4]

What should you pay attention to first when choosing an airline? First of all, on safety. Our life depends on how qualified the pilots and maintenance staff will be, including the knowledge and knowledge of a professionally-oriented foreign language. In this regard, special attention is paid to the formation of this competence of students of the Moscow Aviation Institute [1, 2], flight personnel [3].

Further — at a price. A survey by the Public Opinion Institute "Anetologist" showed that most Russians are guided by this indicator1. Based on this, I allocated two airlines whose tickets are the cheapest. The first of these is AirBaltic. As a rule, in most European countries, and this is especially noticeable in the countries of Scandinavia — Denmark, Sweden, Norway, Iceland and Finland, tickets cost significantly lower than other representatives of the flight service.

Moreover, AirBaltic has been recognized as the most punctual airline in the world for four consecutive years. The second is Finnair. Ticket prices to Europe are slightly higher than those of AirBaltic, but the company also provides flights to the United States, while AirBaltic does not. Ticket prices for these companies are usually 10 to 20% lower than for many other airlines.

Also, if you fly to Asian countries, then Turkish Airlines will be one of the cheapest airlines. The next criterion is comfort. According to the British consulting company SKYTRAX, which is ranking airlines and airports, summing up the next year results, Emirates was chosen as the best airline for this attribute2. It is interesting that each passenger is provided with a small TV with a thousand channels, a special USB device. Next -Qatar Airways Turkish Airlines and Atlantic Airways.

When choosing a company, given the price and comfort, do not forget about your safety, take an interest in the knowledge of a professionally-oriented foreign language among the flight personnel! Have a good flight!

References:

1. Artyushina, G.G., Sheypak, O.A., Golov, R.S. Podcasting as a good way to learn second language in e-learning. ACM International Conference Proceeding Series 2017, p. 51-55 8th 1 iom.anketolog.ru [accessed date: 02/14/20]

2 samolety.org ›rejting-samyx-luchshix-aviakompanij...: [accessed: 02/10/20] International Conference on E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning, IC4E 2017; Kuala Lumpur; Malaysia; 5 January 2017 to 7 January 2017; Code 126595

2 Artyushina G.; Sheypak O. Mobile Phones Help Develop Listening Skills Informatics journal-article DOI: 10.339 / informatics5030032, 2018 — 07 -27

3 Neverova N., Rybakova L., Eremeenkov N., Galyuk N., Fedotova L., Nikol'skaya E. Studying The Innovative Methods Of Specialists Training In Aerospace Complex International Journal of Scientific & Technology Research December 2019 ISSN 2277-8616.8 (12): 1624-1629 Rr.

4 Oshchepkova E.S. World and Russian air transportation markets: a comparative analysis // Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education “State University of Management”. Innovation and investment. No. 11, 2017.S. 208 — 211

5 Chapenko A.A. Competitiveness of the world's leading airlines: a comparative analysis. // St. Petersburg University of Economics. No. 8 (38), 2019.S. 17

Историко-этимологический анализ названий самолётов зарубежных авиакомпаний

Спасскова С.А., Зеленько М.А., Попова А.О.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Кузнецова А.В.
МАИ, Москва
marlen_andren@mail.ru

At the moment, the development of the aviation and military industries is proceeding at an accelerated pace, along with this there is an evolution of aircraft names. If earlier the aircraft was named after the constructors (Nieuport 17 in honor of Charles Newpor, Fokker Dr.I — Anton Fokerr), then later they began to get names according to their original function.

But this way was popular in our country; it is interesting for us to consider the changes in the names of aviation in other countries. Each country has its own interesting history and traditions, in accordance with which the aircraft were named. In this article, we consider the names of aircraft in terms of linguistic retrospective.

We pay attention to the cultural characteristics of countries that could affect the nomination of aircraft. Specifically, we cover brands of the German, French and American aircraft industry.

Since the first full-size aircraft was invented precisely in France. He bore the name "Albatross" and this is fully justified. The French aviation industry for a certain period of time called aircraft the names of birds that the aircraft were similar to, therefore, the names have the most profound meaning, which is not known to many. And in Germany, the first plane was called "Swallow", which also had a visual resemblance to the bird of the same name. In America, the plane was called the “Shooting Star”, which at one time set a world speed record in 1945, which is why it was compared with a star whose speed is very high when it falls.

Studying this topic allowed us to learn how the priorities of the names changed from the creation of the first aircraft to nowadays.

Музыкально-методическое сопровождение занятий по иностранному языку как педагогическая технология обучения иностранному языку аэрокосмической сферы

Старовойтов А.С.
Научный руководитель — Гойкочеа Моралес
МАИ, Москва
starovoytov2304@gmail.com

This article demonstrates expediency and efficiency of usage of musical and methodological support in teaching process. Relying on great experience of teaching the language using Spanish songs, we see that this practice creates the special atmosphere in the class. The author demonstrates the role of songs on exact examples as a part of verbal communication. It helps to assimilate and enlarge the vocabulary of students, to develop their feel of language and to learn its stylistic peculiarities.

The author gives the information of his experiment confirming the effectiveness of musical and methodological support of Spanish classes in groups of students of the Institute of foreign languages in MAI.

This pedagogical technology helps to learn a foreign language and develops an interest in the culture of the target language and develops sensitivity of hearing students to pronunciation, rhythm and emotion of the foreign language; helps to recognize Spanish speech; expanding vocabulary; motivating for the study of language, as well as raising aesthetic taste.

In conclusion, it is concluded that such pedagogical technology as musical and methodological support of Spanish classes makes learning more psychologically comfortable and effective in terms of rapid memorization of vocabulary and its phonetic features, expands the cultural outlook of students, and also educates their cultural preferences.

Перспективы перехода от национальных спутниковых радионавигационных систем к ГНСС на основе зарубежных аналитических изданий

Субботкин А.В.
Научный руководитель — Дербина С.В.
МГТУ ГА, Москва
sub-a@inbox.ru

Transition from national satellite radio navigational services to GNSS

Satellite radio navigation service is a system for determination position of land, water and air objects. These systems also provide direction and speed data of the signal receivers.

The GPS (Global Positioning System) is the most popular satellite-based radio navigation system (owned by the US) that provides time and geolocation information to a GPS receiver anywhere on or near the Earth where there is an unobstructed line of sight to four or more GPS satellites.

There are many other national systems of radio navigation in the world such as:

- The Russian Global Navigation Satellite System (GLONASS),
- GALILEO that was developed by the European Commission,
- China's BeiDou Navigation Satellite System,
- India's NAVIC,
- Japan's Quasi-Zenith Satellite System (QZSS).

The concept of GPS and other radio navigation systems is based on time and the known position of specialized satellites. Each satellite unceasingly transmits a radio signal containing the present data about its position and time information.

The term GNSS (Global Navigation Satellite System) is given to a international velocity, position, and time determination system, that includes one or more satellite groups, receivers, and system integrity monitoring. Nowadays, it includes satellites of the GPS and the GLONASS. Using GNSS has a lot of advantages over using only one national radio navigation system.

The International GNSS Service (IGS) is a voluntary association of more than 200 agencies that collect data of GLONASS, GPS and other satellite radio navigation systems. IGS is committed to provide high quality data as the GNSS standard.

References:

1. ICAO annex 10 volume 1 aeronautical telecommunications—radio navigation aids
2. Skybrary // Global Navigation Satellite System (GNSS)
URL: https://www.skybrary.aero/index.php/Global_Navigation_Satellite_System_(GNSS)
(date of visit 11.02.2020)
3. Skybrary // Global Positioning System (GPS)
URL: https://www.skybrary.aero/index.php/Global_Positioning_System_(GPS)
(date of visit 11.02.2020)
4. IGS // About IGS URL: http://www.igs.org/about (date of visit 11.02.2020)

Применение лингвистического анализа и машинного обучения в предсказании и предотвращении преступлений для усиления безопасности гражданской авиации

Суворов М.Д., Ракитянский В.М.
Научный руководитель — Галецкая И.М.
МАИ, Москва
msuvorov7@gmail.com

In our work, we decided to approach the security problem.

In the modern world, this problem is acute; therefore, predicting the level of crime is a non-trivial task. There are many random factors, such as historical, economic, demographic. Moreover, crimes already committed and their nature have a huge impact. Based on these and others of characteristics, a forecast is constructed by the method of analysis of time series.

Suppose that the function X(t) describes the dependence on time t of some indicator or parameter of the system under study on time span. For example, X(t) can characterize the time dependence of indicators such as yield grain crops, the sales volume of a certain product, the currency exchange rate, the volume of balances on accounts of individuals with a bank the number of products produced by a certain company, the number of road traffic accidents, wind speed, etc.

The change in time of the studied indicator is caused not only by well-defined patterns of nonrandom nature, but also by constantly operating uncontrolled factors of a random nature. Therefore, the function X(t) is random, those. X(t) is a random variable for every fixed t.

Usually, the function X(t) is available for observation at [0, T] at time instants tk, which are located in the chronological order. In addition, it is assumed that observations are made at fixed intervals of length.

The set of random variables Zn = {X1,..., Xn} is called time series.

The time series prediction problem is written as follows: Xt + d = Ft (X1; X2;...; Xt; a; z);

where Xt +d is the predicted value of the desired quantity at some point in the future, a is the model parameter, and z are other factors, affecting the measured value.

To solve this problem, you can use various methods, for example, a linear regression method, an autoregression method, a model exponential smoothing. The neural network model is increasingly being used.

Naturally, forecasting requires a huge amount of data that is difficult not only to analyze, but also to collect. In modern developed cities there are many surveillance cameras that can literally " lead " you all day. A human being is unable to cope with such a volume of data, so automation comes to the rescue. But what happens if you go again further and teach a computer to do this job instead of a man? In other words, machine learning is a process in which the computer, on the basis of already existing data, learns to do something itself, and does not follow the given algorithms. The main idea is constant self improvement. The correct and erroneous results get into the database, making the algorithm more accurate. In essence, Machine Learning is a technology that educates itself.

The main tasks of machine learning:

regression (forecasting based on numerical values of characteristics, for example, forecasting the profit of an enterprise based on the known sales data in the past);

classification (prediction which of the known classes an object belongs to. For example, prediction whether the student will pass the exam, based on how students passed exams in the past);

clustering (the separation of a large number of objects into clusters — classes within which objects are similar to each other, for example, market segmentation, dividing all consumers into classes so that within the classes consumers are similar between themselves, but in different classes they differ);

search for anomalies (search for rare and unusual objects that differ significantly from the bulk, for example, search for fraudulent transactions).

Thus, using a sample of the time of the crime, a day of the week, coordinates the crime, a type of the crime, An algorithm-based computer is able to predict future crimes. Similar systems are used

mainly in the USA and Great Britain. Thanks to the forecast, patrols in unsafe areas can be strengthened and thus reduced crime.

In the future, the person himself may be subject to tracking: analysis of his character, tendency to violence, information about movement, choice of a clothing style. All this will lead to the fact that millions of people will learn to live "according to a pattern", losing individuality. Is it worth sacrificing this, knowing that a machine that keeps order can be wrong...

Грамматические особенности американского варианта английского языка (на материале текстов авиационной направленности)

Сыромолотов Н.С., Биркун К.А.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Мельдианова А.В.
МАИ, Москва
chief.syromolotov2011@mail.ru

Целью исследования является изучение грамматических особенностей американского варианта английского языка. Анализ грамматических особенностей проводится на основе публицистических текстов авиационной направленности на материале американских и британских СМИ.

В условиях активного развития аэрокосмической отрасли важное значение приобретает всестороннее понимание текстов авиационной направленности. В связи с тем, что в современном мире межнациональное научное общение есть нечто, без чего человечество не может существовать, научный текст становится предметом филологических изысканий [2, с. 9]. При этом необходимо отметить, что на сегодняшний день большинство исследований в основном направлены на рассмотрение семантических и фонетических особенностей американского варианта английского языка. Тем не менее всестороннее понимание узкоспециализированных текстов невозможно без знания грамматики и её специфики, что и обусловливает актуальность настоящего исследования.

В ходе исследования были выявлены некоторые отличительные особенности американского английского в авиационных текстах, а именно отсутствие определенного артикля перед некоторыми существительными, широкое использование сослагательного наклонения настоящего времени, более частое употребление форм прошедшего времени вместо форм настоящего времени в британском варианте, и наоборот, более редкое употребление модальных глаголов в американских текстах авиационной тематики и др.

В результате исследования делается вывод, что различия между американским и британским вариантами языка в текстах авиационной тематики выражены как на уровне лексики и фонетики, так и на уровне грамматики.

Список литературы:

1. Американская и британская версии английского языка (Электронный ресурс). Режим доступа: http://www.enru.spb.ru

2. Давыдов Д.А., Мельдианова А.В. Лингвистические особенности английских научно-технических текстов // Неделя студенческой науки ФИЯ, посвященный 55-летию полёта Ю. Гагарина. Сборник докладов. – М.: Перо, 2016. – С. 9-13.

3. Жирова И.Г. Территориальная и социальная диалектическая вариативность британского английского языка. – М.: Грамота, 2018. – 294 с.

The main semantic complex of consumer perception of the services attractiveness when choosing airlines

Сычева М.Д.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Макарова В.А.
МАИ, Москва
lisamasha@aol.com

It can sometimes be hard for the average customer to choose what airline to travel with simply because of how many there are and you can never be sure of the quality of the service the airline will provide. To assess the consumer perception of the attractiveness of any airline it is necessary to specify and analyze the main semantic complex used to describe the services provided by the airline and brand image.

The purpose of this study was to compare and assess the competitiveness of 4 airline companies to discover the most attractive airline from the point of view of the average customer. The subjects of the study were the factors that contributed to the airline's competitiveness and success or failure on the market. It was considered the 4 leading European airline companies known as British Airways, Lufthansa, Air France and Aeroflot.

To assess the competiveness of the airlines we set the following main semantic complex: the amount of countries the airline has destinations in, the classes that are offered, the size of the airline's fleet, ticket flexibility (refunds and exchanges), the planes the airlines uses in terms of comfortability, the customer service offered by the airline (meals, escorts for minors and the disabled, IFE programs, customer service provided by the cabin crew and baggage allowance), the loyalty/frequent flyer program and its benefits and, lastly, the website of the company.

The data for the analysis was taken from both the respective websites of each company: it was considered the recommendations and reviews left by the previous customers, which is where subjectivism comes into play.

Analyses of these data reveal that each airline, while having many strong points also has its weaknesses and it's on those strengths and weaknesses that we must focus. According to the obtained results, Lufthansa has its efficiency and technical superiority but its ground staff could use a competency check as well as a course on how to interact with customers. British Airways excels at cabin crew service but has less than stellar food and a clunky website. Air France is well-rounded overall, not the powerhouse that Lufthansa is nor the popular airline that British Airways is, but its prices reflect that and with some work it could easily catch up to them as long as it works on its delay problems and cleans its planes up a bit. Aerflot has good food, low ticket prices and cares about its passengers, but must overcome the language barrier and improve its currently less than stellar reputation or it will be left behind.

In conclusion it was offered the line up in order of customer satisfaction: Lufthansa, British Airways, Air France and Aeroflot. All the airlines have areas they need to improve and have strengths they need to maintain. The choice of the client depends on what the customer wants: speed, efficiency, cheerful customer service or good food. Each airline excels at one of those, so without knowing what the customer prioritises, this question will probably remain without a definite answer. This is why airlines are recommended to conduct customer satisfaction research to offer the best service they can in order to keep the loyalty of their clients.

Список литературы:

1. Кошевая И.Г., Макарова В.А. Текст в рамках различных типов художественного времени // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2017. № 3. С. 14-19.

2. Макарова В.А. Время как текстовая категория в научно-технической литературе в области менеджмента, авиации и космонавтики. // Авиация и космонавтика — 2018 Тезисы 17-ой Международной конференции. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Москва, 2018. С. 653-654.

3. Почестнев А.А., Волкова И.Я. Анализ влияния рынка пассажирский авиаперевозок РФ на стратегию формирования парка судов авиакомпаний// Авиакосмическая техника и технология. №1,2 (77,78). 2015. ISSN 2218-1598.
4. Почестнев А.А. Анализ состояния отечественного рынка пассажирских авиаперевозок. // Авиация и космонавтика — 2017 тезисы. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Москва, 2017. С. 650-651.

Английский язык на инженерных специальностях МАИ (на примере темы «Сверхзвуковые самолёты»)

Тавров В.А.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Неверова Н.В.
МАИ, Москва
v.tavrov2001@yandex.ru

The modern world cannot be imagined without scientific and technological progress, especially in the field of civil aviation. One of the most important areas is supersonic aircraft.

Several companies around the world have started developing new supersonic passenger aircraft in recent years. Proponents of moving by air at speeds above 1200 kilometers per hour are sure that it will be possible to get from New York to London in three or four hours for just a few thousand dollars-for the price of a ticket in business class in a regular airliner. However, supersonic aircraft still have serious limitations — both in terms of noise and economy.

Not so long ago, the American company "Spike Aerospace" announced the successful test of its supersonic passenger aircraft, which, although it will not be able to meet all the needs of civil aviation, can become a powerful impetus for the creation of such aircraft. In addition, not so long ago, experts expressed the opinion that by the mid-20s Russia may have its own supersonic aircraft, and therefore, there are questions about whether such an approach is rational.

The main problem that appears on the way of Russian aircraft manufacturers in creating supersonic passenger aircraft is the question of demand for these aircraft, and as statistics show, Russian airlines, with the exception of perhaps a few of the largest, simply will not operate such aircraft, due to their high cost and labor intensity of maintenance. In fact, if we consider the global arena, experts believe that the demand for the use of supersonic passenger liners is unlikely to exceed 10 units per year, and this is provided that the aircraft will meet modern requirements and will not have a high cost.

It is also important to take into account that flights from one point of the world to another at supersonic speeds will require more cost, and, consequently, passengers will have to pay twice as much, and the same ticket from Moscow to Vladivostok will cost 25-30 thousand rubles instead of the current 9-10 thousand rubles, it is logical to assume that the interest among passengers will be significantly reduced.

Considering the fact that the operation of passenger supersonic aircraft is unlikely to be effective for the civil commercial sector, it is likely that Russian aircraft manufacturers should pay attention to the creation of supersonic business class aircraft. This is primarily due to the fact that private business is actively developing, while businessmen would probably prefer to quickly and safely get from one point of the world to another.

Therefore, the demand for private supersonic aircraft can be quite large, in addition, the production of such aircraft can quickly pay for itself, which is due to relatively inexpensive development, and quite high production rates.

In addition, it is important to take into account that the specialists from "Spike Aerospace" have chosen this path of development, which also emphasizes its prospects.

Considering the above arguments, it is logical to say that the prospects for the appearance of supersonic civil aircraft in Russia are definitely there, however, the opinion of experts is that the first steps in this direction are likely to be made no earlier than 2020-2025.

Обучение фонетике иностранного языка в технических нелингвистических вузах (на примере подготовки специалистов для аэрокосмической отрасли)

Торопова А.М.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
toropovaalinam@gmail.com

As a result of mastering the bachelor program, a graduating student should have the ability to communicate both verbally and in writing in a foreign language to face the challenges of interpersonal and intercultural interaction and also have the ability to use knowledge of a foreign language in their professional activities. Apparently, these goals imply that a person should have phonetic skills without which neither professional nor interpersonal verbal communication is possible. The person's mastery of the phonetic structure of a foreign language and the ability to use correct intonation patterns are essential for communication in any verbal form. That is why the issue of the formation of phonetic skills in a non-linguistic university is becoming more urgent.

When studying a foreign language in a technical university, students should learn phonetics. Learning pronunciation reduces the overall time-frame for studying a foreign language. When a person hears a foreign speech, they repeat the words to themselves over and over, and this allows to learn the language quickly.

Students should develop their skills in listening comprehension of a foreign language. Without owning the pronunciation, a person cannot speak a foreign language.

Before choosing a method of teaching pronunciation in a technical university, it is crucial to define a goal of learning a language. It is also essential to clearly understand how much time is devoted to learning a language; what is the frequency of lessons; how many students a group consists of; what is the starting level of students [1].

The methods of phonetics teaching are the following.

The phonetic method. As a part of this approach, the students learn to read separate phrases, words, and meaningless texts with a help of transcription. This method can be used when there is much time for learning a foreign language. As far as this condition is not possible in technical universities, it will be challenging to apply this method. The mixed-method. When using this method, the student learns the grammar, phonetics, and vocabulary simultaneously.

The phonetic and spelling method differs from the previous one and involves studying grammar, phonetics, vocabulary, and spelling. The authors of this method believe that students of technical universities should first learn the pronunciation and learn how to read in a foreign language. When using the phonetic and spelling method, students of technical universities from the very beginning of the course start reading coherent texts.

The verbal reinforcement method is based on a principle when all aspects of a language are learning simultaneously, except spelling. This method will be ineffective for students in technical universities since spelling requires much time spent on repeating information from previously passed classes [2].

The complex-comparative method is most commonly used in technical universities when teaching the pronunciation of a foreign language. The entire set of sounds is presented to students in the form of comparative tables of the Russian and English languages, and all sounds and intonations are explained. Students review the material they learned before by participating in the additional classes. Students need to master the correct intonation, rhythm, and place the accent in a word correctly.

The special phonetic tests are not applied when using the complex-comparative method, and pronunciation skills can be checked only when a person speaks or reads [3].

By the end of studying the course of learning a foreign language, the students of technical universities should acquire phonetic skills that allow them to work efficiently, communicate, and do other activities using a foreign language.

References:
1. Zhurbenko N.L. Organization of teaching foreign language phonetics in non-linguistic universities using differentiated learning technology. // Bulletin of Vladimir State University, 21 (40) – 2015. – 130. P. 95-101
2. Anikeeva I.G., Ovsyannikova M.N. Training of aviation specialists for foreign-language professional communication activities. // Bulletin of Samara State University. – 2015. – No. 4 (126). – P. 205 — 210.
3. Lisenkova N.S. Basic provisions of system training in pronunciation and reading techniques in English / / Innovative science. – 2017. – No. 1-2.

Технология мобильного ремонта агрегатов воздушных судов из полимерных композиционных материалов

Торопылина Е.Ю.
Научный руководитель — Резниченко В.И.
АО «ГСС», Москва
toropylina.ekaterina@yandex.ru

Every year the use of polymer composite materials (PCM) increases and few people think about the most important component of product lifecycle management, such as repair. Improvement of methods of diagnostics and repair of damages is designed to reduce the time and cost of repair work, as well as to increase the reliability of recovery of damaged units, restore their bearing capacity and preserve their resource.

As a rule, most aircraft units are made from pre-impregnated sheets of carbon and glass fabric-prepregs, by curing them in an autoclave to create excess pressure.

The use of this technology, on the one hand, allows you to get more advanced in terms of weight, and, on the other hand, creates problems with the repair of units, especially in daily operation away from the manufacturer and in the absence of autoclaves and other specialized equipment.

Increasing the use of composite material requires the development of new and improving existing repair technologies. In the process of exploitation there are various types of damage. Therefore, the main condition for carrying out repairs in aviation is to restore the initial data of the strength and aerodynamic characteristics of the aircraft. This can be achieved to the full extent by applying the technology of setting the repair part (patch) using fabrics with a binder, film and paste adhesives with the necessary temperature and pressure for forming or gluing the repair part. According to the traditional manufacturing technology, repair parts are made of materials similar to the materials used to make the repaired unit. In some cases, with the use of appropriate equipment, it is possible to repair the structure without dismantling it from the aircraft, which will reduce costs and shorten the repair cycle.

The purpose of this work was to study a new possible repair technology. This work included: building a CAE model, calculating and testing samples for strength (before and after repair). The analysis of the obtained data allows us to draw conclusions about the possibility of using this repair technology.

References:
1. V. N. Krysin, M. V. Krysin, Technological processes of shaping, winding and laminating structures. — Moscow: Mashinostroenie,1989. — 240 C.: IL.
2. Technological recommendations TR 1.4.1831-88. Repair of cellular glued structures made of polymer composite materials. Moscow: NIAT, 1984. 183 c.
3. Composite materials: Reference book / V. V. Vasiliev, V. D. Protasov, V. V. Bolotin and others; Under the General editorship of V. V. Vasiliev, Yu. M. Tarnopol. Moscow: Mashinostroenie, 1990. 512 c.

Англоязычное описание метода конструирования малого ДПЛА, производимого посредством трёхмерной FDM печати

Трахман Р.А.
Научный руководитель — к.фил.н. Анурова О.М.
МАИ, Москва
cdexswzaq2015@mail.ru

In the past few years, the technologies of three-dimensional printing have obtained unprecedented development, that lead to the immense cheapening of some machines and materials. SLA and FDM machines are now affordable even for personal use. Apart from the cheapness, 3D printing allows to obtain models or components with nonstandard geometry.

Such properties make FDM 3D printing a well-suiting technology for small-volume manufacturing and prototyping. Small manufacturing volumes are peculiar to mini-sized electrically propelled UAV's, as long as their design must be as efficient as possible for specific purpose to compensate low energy to mass ratio of modern batteries. Apparently, remotely controlled electrical aircraft of airplane type are already successfully printed, but we would like to offer a new, refined concept of designing and printing, that is more manufacturable and efficient.

Today it is common to print aerodynamic and load-bearing structures as one component. Such design has three major disadvantages: medium printability, complicated manual post-processing and relatively low strength to weight ratio. Printing a shell that's cross-section is an airfoil is challenging. Low printability is implicated to such parts due to the length of a travel the printing head has to make to build a perimeter. For instance, during that motion, the print can warp or minor extruder failure may occur and cause shrinkage cavity or a blob. The ribs are responsible for low strength to weight ratio. To reduce weight, they are usually printed solid and are designed thin, that reduces their ability to redistribute flexure forces over a spar. What's more, one can't choose a very small nozzle diameter due to square proportionality between nozzle diameter and printing time, and so is bounded to print a shell that is around 400 μm thick. Such shell is very flexible and has orthotropic properties, which complicate manual post-processing operations. Finally yet importantly, such shell provides bad buildplate adhesion itself and might tear during the separation of adhesive brim or a raft.

In this regard, we would like to offer a new concept of designing and printing airplane-type UAV's. As spars, we offer to use carbon or any other composite tubes or rods due to their flexibility. Fuselage is to be designed and printed as a monocoque with 2-5 walls. For printing sustainability we set the wall thickness equal to the diameter of the nozzle. The optimal strength and weight of a print may be achieved by using a nozzle with a diameter of 400 μm. Load bearing structure is to consist of at least three spar tubes, printed along the internal surface of the fuselage. It is important to use fillets to strengthen the spar tubes and also reduce the amount of "sharp" printing head moves. Moreover, it is rational to design a rhombic mesh in the areas, which face small tension during the flight. By trial and error we have defined the most efficient overhang angle for such mesh as 52,5°. This way, the mesh is to consist of rhombs, which longer diagonals are to be orientated vertically.

The aerodynamic structures are to be designed as spatial rhombic meshes with the same overhang angles. The cross-section of the mesh element is either a square or a rectangle. The mesh element is to be hollow inside and have one wall. In the longitudinal direction (from root to tip) the wing section also is to be hollow. The trailing and leading edges are printed as longitudinal hollow shells. It is reasonable if the trailing edge's length exceeds 15 mm to set a 20% infill to prevent the surface from warping. The flexure forces in such member are transmitted to the load bearing structures by hollow lugs, which are situated between two vertically neighboring mesh elements and have imprinted ports for the spars. The thickness of such lug is defined by the thickness of the mesh element, and as long as it is hollow, one can apply more of them to effectively redistribute the forces. Such mesh is approximately 30% lighter than the shell with ribs, but it can't produce lift. To create the airfoil flow we suggest to cover our details or subassemblies with PET or any other suitable film or even paper. Such film usually is from 50 to 80 μm thick, that keeps our mesh lighter. To end with, it is to be stated that the spatial mesh is remarkably stiffer than the shell, so it is easier to manually post-process and assemble the vehicle.

In conclusion, we can say that our designing and printing strategy is more manufacturable then most of the current ones. It was achieved by designing a spatial mesh, which reduced the average printing head travel length, increased the reliability of the printing process and the stiffness of the parts, and so eased the assembly of the UAV.

«Безопасность полётов в гражданской авиации» как тема занятий английским языком у студентов-лингвистов

Третьякова В.С.
Научный руководитель — Ницберг Е.В.
МАИ, Москва
vitalinattretyakova@yandex.ru

Training of modern specialists in any field of activity necessarily includes fundamental language training, the purpose of which is to form a creative independent person who has, along with professional — high linguistic and communicative competence. The Institute of foreign languages of MAI successfully trains translators for the aviation and aerospace professional fields [Zubanova]. One of the most relevant topics of the lessons is flight safety.

Ensuring flight safety is an urgent problem in modern realities. The implementation of air transport without threat to human life and health is one of the most important tasks in civil and military aviation. In modern life, we see many examples that confirm this. Matters of safety include the workload of pilots, airport security, aircraft maintenance and routine repairs prior to the withdrawal date.

Flight safety is a condition in which the risks associated with aviation activities are reduced to a minimum and controlled.

Safety violations lead to negative consequences, such as disasters and accidents. The purpose of accident prevention is to improve the efficiency of the existing civil aviation security system, to ensure people's confidence in the safety of air transport and to protect them from aviation risks. [Khusainov] For some time, there has been a problem with the occurrence of aviation accidents caused by the human factor. The common belief that" human " in aviation refers only to the pilot often led to the use of the terms "pilot error" to explain the cause of an accident, which often excluded other causes related to human activity. [Polish].

On earth, dozens of highly qualified aviation specialists are responsible for flight safety. They're engineers and mechanics who prepare the aircraft for departure; experts dispatch service, which provide control of the aircraft on the ground and in the air; the experts of the weather service that prepares weather at the aerodromes of take-off and landing and the flight path of the aircraft; specialists to support continuous, reliable communication with the flight crew. Certificates are issued to civil aviation specialists by the Higher qualification Commission of the Federal Antimonopoly service of Russia.

Despite significant progress in aviation technology, there are still emergency factors in the design, manufacture, or maintenance of aircraft. The level of safety of an aircraft and its equipment at the initial stage is determined by the airworthiness standards in accordance with which it is designed and manufactured. In order to maintain an acceptable level of safety during the operation of the aircraft, its maintenance is carried out.

In Russia, aviation security is provided by the aviation security Services of airfields and airports, air enterprises, and departmental security services established in 1994-1997. In March 1997, the Air code of the Russian Federation was adopted, which for the first time appeared the Chapter "Aviation security", revealing the issues of activity. Training for a specialist in aviation security is carried out in aviation schools of civil aviation (for example, the Ulyanovsk Institute of Civil aviation). Also, training and retraining of aviation security specialists is carried out in the training centers for aviation and transport security at Sheremetyevo and Domodedovo airports.

Improving flight safety in the global air transport system is a fundamental and critical strategic goal of the International civil aviation organization (ICAO). This organization is constantly working to ensure and improve safety indicators around the world through coordinated activities: monitoring of major trends and indicators in the field of safety, analysis in the field of safety, initiatives for policy development and standardization, implementation of programs to address issues related to safety.

Особенности изучения темы «Анализ перспектив развития технологии биопринтинга» на занятиях английским языком в МАИ

Ульянкин А.И., Демина П.Н.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
alek.ulyankin2013@yandex.ru

В силу множества различных факторов человеческие органы изнашиваются, выходят из строя, требуют замены. Поскольку посмертное донорство в России сегодня развито крайне слабо, органов для трансплантации остро не хватает всем нуждающимся. С точки зрения авторов данной работы, в качестве решения указанной проблемы идеально подходит технология биопринтинга.

Целью данного исследования является анализ перспектив развития аддитивных технологий и обозначение возможных проблем.

Актуальность выбранной темы заключается в обозначении важности систематизации информации по активно развивающейся технологии биопринтинга с целью совершенствования знаний в данной области.

Изучение работ современных ученых показывает, что биопринтинг – это технология создания объёмных моделей на клеточной основе с использованием 3D- или 4D-печати, при которой сохраняются функции и жизнеспособность клеток. Многочисленные международные исследования подтвердили успешность печати различных тканей и органов: хрящей, сердечных клапанов, костей, тканей миокарда, кровеносных сосудов и трахеи. Также развивается печать in situ, печать непосредственно на теле в клинических условиях, и рассматривается возможные способы печати роговицы глаза.

Существует несколько категорий принтеров, использующих различные подходы к биопечати и, как следствие, находящих применение в разных областях: струйные биопринтеры обычно используют для печати кожи; лазерные биопринтеры позволяют использовать очень густые биочернила, для улучшенной сохранности формы изделия; экструзионные биопринтеры, хорошо подходящие для печати органов эндокринной системы. Авторы данного исследования отдельно отмечают биопринтеры с гибридной технологией, применяющиеся для более сложных задач.

В данной работе рассматриваются преимущества и недостатки каждой из этих категории и делается анализ перспектив их развития.

В исследовании особое внимание уделяются успехам российской компании «3D Bioprinting Solutions». В частности, одним из их последних достижений, при партнерстве Meal Source Technologies, Aleph Farms и Finless Foods, является собор клеток мышечной ткани коровы в небольшой кусок мяса с помощью биопринтера на Международной космической станции.

Отмечается, что на сегодняшний день технология биопринтинга развивается во многих странах, поэтому основной язык, использующийся для конференций и публикаций – английский. В данной теме автором выделяются следующие термины: bioprinting (биопринтинг), Bioinks (биочернила), 3D printing (3D печать), hydrogels (гидрогели), bioreactor (биореактор), fabricating of skin (изготовление кожи). Авторы считают, что овладение терминологией на английском языке по теме биопринтинга имеет принципиально важное значение для становления будущего инженера–профессионала в этой области.

Авторы делают вывод, что биопринтинг будет и дальше развиваться, и со временем органы, созданные с помощью этой технологии, заменят донорские.

Список литературы:

1. С. Готье. Главный трансплантолог России. // Новостной портал Екатеринбург онлайн. — 2020, февраль. Режим доступа: https://www.e1.ru/news/spool/news_id-66496654.html (Дата обращения: 03.02.2020)

2. Satnam Singh, Deepak Choudhury,Fang Yu,Vladimir Mironov, May Win Naing. In situ bioprinting – Bioprinting from benchside to bedside? / Acta Biomaterialia. —Volume 101,

1 January 2020, Pages 14-25. Режим доступа: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1742706119306105 (Дата обращения: 05.02.2020)

3. Zhang Bin, Xue Qian, Li Jintao, Ma Liang, Yao Yufeng, Ye Hua, Cui Zhanfeng, Yang Huayong. 3D bioprinting for artificial cornea: Challenges and perspectives / Medical Engineering & Physics. — Volume 71, September 2019, Pages 68-78. Режим доступа: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350453319300888 (Дата обращения: 23.01.2020)

4. Конференция РДКМ 2020 / Русфонд Режим доступа: https://rusfond.ru/technology/ 028?fbclid=IwAR0jqle22_B44FufxVe_Y9xmOEflaFh4IHRL0ADLP4hQtR4YU2pnhBUjo5I (Дата обращения: 06.02.2020)

5. Douglas Yu. Russian Tech Company Behind Space Cultured Meat Wants To Make Food More Sustainable On Earth / Online magazine Forbes. — October, 13, 2019. Режим доступа: https://www.forbes.com/sites/douglasyu/2019/10/13/russian-tech-company-behind-space-cultured-meat-wants-to-make-food-more-sustainable-on-earth/#2b2f064a18d5 (Дата обращения: 10.02.2020)

Investigation of the influence of the radius of the swirling device on the efficiency of the cooling air supply system to the high-pressure turbine blade

Фарсиян Л.В., Коноплев Н.С.
Научный руководитель — к.т.н. Матушкин А.А.
МАИ, Москва
zzxxxzzzxxxzz@gmail.com

Large engines use an air-cooled blading arrangement on the gas turbine. Compressor discharge air is constantly fed through passages along the forward turbine shaft between a spacer and the shaft. A thermal shield directs the cooling air along the face of the disk to cool the disk. The shield is between the firstand second-stage turbine wheels. The air is then directed through slots in the fir-tree portion of the disk, into slots in the blade fir-tree. The air then goes up through holes in the blades to cool the blades. In the gas turbine engine, systems are used for supplying cooling air to the working blade with pre-swirling air in the swirling device (SD) in the direction of rotation of the turbine disk, while the temperature and pressure of the air in relative motion may decrease. The swirling flow from the cavity behind the SD enters the slit radial diffuser formed by the disk and the cover disk. Depending on the design of the cover disc, there are systems with air supply through an annular series of discrete holes or a continuous annular jet. Currently, air supply systems are used with both narrow and wide rotating diffusers. The entire flow region is commonly divided into three sections: primary – the area of strong inertial currents; mid-area of the developed core flow with Ekman layers on the walls; an outlet pipe, where a flow at the entrance to the mount. In the core of a stream, its structure is close to a free vortex. The interaction of the flow core with the boundary layers depends on the geometric features of the diffuser, the air flow rate, and the spin of the flow. Due to the circumferential braking of the flow and the operation of the centrifugal force in the diffuser, the full pressure and temperature are restored in relative motion. From the diffuser, the air flows through the bayonet connection to the cooling channels of the working blade.

Обзор целесообразности использования новых авиационных двигателей семейства airbus neo на основе анализа зарубежной прессы

Филиппов А.А.
Научный руководитель — Смирных Е.В.
МГТУ ГА, Москва
artyomfill@yandex.ru

In mid 00's, European multinational aerospace corporation Airbus started exploring optimization options for its best-selling design. After four years of research, the company introduced first model of their new NEO line aircraft, or new engine option.

The new NEO line implies the choice from two modern and highly-efficient aircraft's engine options: Pratt & Whitney PurePower PW1000G and the CFM International LEAP-1A.

The first A320neo aircraft started the flight test program with the first flight in 2014. Airbus company has sold more than four thousands of the aircraft to over seventy various customers, ensuring that airlines are getting the most fuel efficient aircraft in their fleets. Key innovations of the A320neo include the latest generation engines and multiple cabin improvements.

The A320neo from day one offers a 15% fuel burn saving compared to current single-aisle aircraft operations, provided by its new engine options and projected to provide a 20% reduction in fuel burn and CO2emissions by 2020 achieved through cabin innovations and further engine efficiency improvements.

Apart from the efficiency of modern engines in terms of fuel consumption, the New Option Engine also offers other economical and technological achievements.

Speaking of maintenance, the Pratt and Whitney engines have less quantity of parts as well as increased shelf life of a number of components. Despite the fact that these factors depend on the prices, they can reduce the cost of maintenance per flight hour.

Besides both fuel and maintenance savings, the new engines also produce less noise and greenhouse gas emissions. Though a relatively uncommon practice, airports such as London Heathrow differentiates between the ceo (classic models) and neo when calculating fees. Thanks to noise and pollution reductions, the A320neo is charged less per landing then the ceo. While these differences might be negligible on an per-flight basis, savings become apparent upon yearly comparison.

By introducing the New Option Engine (NEO) family, Airbus has been able to offer competitive and efficient aircraft based on previous designs.

Необходимость знания английского языка для IT-специалиста в авиационной сфере

Фирфаров А.С., Шарапов Л.А.
Научный руководитель — Осьмина К.С.
МАИ, Москва
firfaroff2013@yandex.ru

В наше время владение английским языком необходимо для работы во многих сферах деятельности. Он также широко используется в информационных технологиях. Следовательно, профессиональный специалист должен знать английский язык для работы.

В самых популярных языках программирования используются ключевые слова и многие идентификаторы написаны на английском языке, поэтому знание английского языка помогает понять предназначение функций и переменных, логика программы осознается легче. Изучение английского языка помогает изучению новых языков программирования, потому что лексические единицы запоминаются лучше, когда понятен их смысл. Это исследовал Эббингауз в своих опытах, доказав, что осмысленное запоминание информации в 9 раз быстрее, чем механическое заучивание.

Английский язык является международным, поэтому он используется в документообороте и коммуникации. Профессиональный IT-специалист должен уверенно владеть им для чтения документации, устного и письменного общения, например, в тематических форумах и конференциях. Новейшая информация появляется на английском языке, а затем переводится на остальные. Поэтому, IT-специалист, не владеющий английским языком, может стать менее востребованным из-за незнания актуальной информации.

Таким образом, английский язык очень важен для IT-сферы. Не зная его, человек не может стать настоящим профессионалом, потому что он будет ограничен доступом к возможным источникам информации. Владение английским языком помогает, как облегчить процессы написания кода и актуализации знаний, так и для продвижения своих продуктов на международном рынке.

English Language for Moscow Aviation Institute engineering specialties: Features of Implementing Artificial Intelligence

Хабулиани Т.О., Грачев Е.В.
Научный руководитель — профессор, Власова С.В.
МАИ, Москва
taisiya.lebedeva.2001@mail.ru

Computerizing has long been integral to people lives, and its advance continues at a spreading rate. How deep would artificial intelligence interfere with human affairs? Will it happen soon on a regular basis? Studying the factors affecting competitiveness in all areas of the modern world remains urgent.

The research examines human artificial intelligence interaction (HAII) in the aspect of the human uniqueness where the measuring of the role of cognitive abilities (or brain-based skills) that are not amenable to the algorithm, such as imagination, feelings, and emotions is an effortful task.

The authors note that soon computerization will completely or partially replace the workforce, giving an impetus to the technical development of mankind and the entry into a new era of the computer industry. However, the research shows that despite the fact that in most branches of human activity a mechanical computer process predominates, in many areas the role of a "living" person is a decisive aspect for achieving progress in a particular field of activity.

Different approaches of the human brain and artificial intelligence to managing the associative series, modeling, and creating behavior algorithms are analyzed. What data set exhibiting cognitive quality is or is not amenable to analysis with different machine learning algorithms?

The authors emphasize that not one, even the most precisely programmed machine, can transmit such sincere feelings as happiness, grief, excitement, but can only imitate live communication with a large number of people, which can adversely affect work in some areas of society. Despite this, some mechanical processes that do not require emotional feedback can very well be replaced by a computer system and be automated.

Special attention is concentrated on the study of the language learning and processing in training people and machines, different stages of language acquisition and parallel problems in machine learning. Challenges children face is mapping the meaning of word labels (such as "cat") to their referents (the furry animal in the living room). Word learning is similar to the word alignment problem in machine translation. The advantage of the cognitive science of language in computational linguistics is discussed.

The authors show that not every machine, even one like the teacher, can clearly explain to students some of the processes that occur when the language changes, since the semantic feature of many words can not be systematically algorithmically processed, and can only be identified by live study.

The relevance of replacing humans with machines is studied. The features of UAVs, spacecraft, robots, and autopilot systems are analyzed.

Since the authors of this study are students of MAI, special attention is paid to the terminological content of aerospace literature, vocabulary in the specialty in the context of machine learning and cognitive development.

Conclusions are drawn that not every machine is capable of conveying the diversity of those feelings and processes that were originally embedded in the human brain since the computer industry still does not have such a rich emotional set. However, the research highlights that in many ways of professional activity, computers have long taken a leading position in the ranks of scientific research.

Space debris problems

Хамидуллин А.Р.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ-КАИ, Казань
HyperTiger3@gmail.com

Nowadays, mankind is concerned about the pollution of our planet's surface. But few people think about the accumulation of space debris in the orbit of the Earth. Meanwhile, in a very short time, this can become a crucial problem, since the number of missile launches is growing rapidly each year, as well as the amount of garbage in the outer space. Moreover, since the 1960s, many satellites with nuclear reactors on board have been launched, which still provides harmful electromagnetic radiation. The leaders in creating pollution are Russia, China and the United States; the space wastes of which together account for 93% of the number of large fragments, and the share of each country is approximately the same [2].

Large can be considered a fragment with a diameter of more than 2 mm, because due to the enormous speed of the planet rotation, it can easily break through the casing of the working apparatus [1].

There are no reliable and well-tried methods of garbage collection in orbit today. All we have are ideas and projects, and some of them are still at the development stage. Among other projects there is using of satellites that would catch or smash debris into smaller parts, making collision with it less dangerous, or supplying directed jets of atmospheric gas from the Earth, which would slow down the speed of debris in low Earth orbit. Obviously, the cost of such systems is extremely high, while the efficiency is low, and therefore their implementation is not considered seriously. Alternative solutions were also proposed, but they remained at the students' projects stage. Thus, the issue of space debris disposal is still highly relevant.

In 2009 there was a collision of the Russian, officially non-working military satellite with the American working one. In this regard, NASA consultant Donald Kessler put forward his hypothesis.

The essence of the Kessler effect is a constantly increasing density of objects in near-Earth orbit and, consequently, an increasing probability of collision of two large objects. Such a collision could result in formation of many smaller fragments, so that each of them could also collide with other fragments in the future. According to Kessler, this will lead to a domino effect. This problem is regularly discussed at all international space conferences, but so far no country has taken specific measures.

In 2019, the OneWeb project implementation started, which involves the launch of about 700 satellites into orbit. In fact, this suggests that the number of launches is growing rapidly every year, and the launch of satellites cleaners should not be a problem for the dominant corporations. At the same time, it has exacerbated the pollution problem and caused serious concern among scientists and engineers [3].

The following measures have been taken to solve this problem:

- Environmental monitoring, registration of new debris in catalogs.
- Simulation of space debris using mathematical calculations. Development of systems that can predict the danger of pollution for flights and exercise control over the convergence of debris and space objects.
- The creation of protective equipment that will save spacecraft from damage if it collides with debris.
- Reducing the contamination of near-Earth space.

A number of possible solutions have already been worked out. Switzerland is already implementing its Clean Space One project. Its essence lies in constructing and launching into orbit of a cleaning satellite. It must detect and capture a non-working satellite, and then fall to Earth. The project cost is ten times lower than the damage from a potential collision. The launch is planned in 2021.

The so called Solar Sail was proposed at the Surrey Institute, UK. The essence of this project is installing a special metal mesh on the satellite, which eventually slows down the satellite, whereby it falls to the Earth. The test version is already running.

However, a number of aspects (technical and legal) related to the problem of space debris require further careful study and analysis.

Особенности обучения английскому языку студентов аэрокосмических специальностей

Харисов Р.Р.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ-КАИ, Казань
rail_xarisov@mail.ru

A great number of scientific articles are written in English, they can be found and studied in the public domain, which naturally facilitates and accelerates the development of scientific progress. This fact leads us to the conclusion that it is necessary to improve the English language for students of aerospace specialties, as it guarantees timely access to new information and unhindered reading of foreign scientific literature.

Meanwhile, a modern educational program at a technical university does not provide the opportunity for in-depth study of English. As a rule, the English language is studied only two years, during which the future specialist must raise his level of English so that when translating foreign articles clearly understand all the information contained in them. It should be borne in mind that the student will constantly meet with the distinguishing feature of such articles, namely with specific professional terminology of the aerospace sphere.

Since reading foreign articles is an essential part in the education of future aerospace specialists, the research method is widely used within the specifics of teaching a foreign language. Research involves the study of certain topics in the aerospace sphere. This method is more successful than the others, since in the process of research the student independently learns the necessary material, where specific terms are found. This practice is necessary as it will inevitably be used by specialists in their future work.

Another important aspect of teaching a foreign language to students of aerospace specialties is the need to integrate the classical experience of didactics and modern approaches to teaching.

In addition to reading articles, aerospace specialists use a foreign language most often when communicating in radio exchange, where they have their own pronunciation rules, simpler grammatical constructions; it is worth paying attention to understanding speech aurally and the speed of its perception. Therefore, listening is the most suitable practice for this kind of activity, where the use of special audio with live speech along with radio interference is highly recommended. It should also be noted that when listening to audio materials of a foreign language, auditory memory is activated, which means the development of the ability to hold voluminous information in memory, which is directly related to the mandatory skills of an aerospace specialist. This approach in teaching the specialists in aerospace sphere means improving teaching methods based on each level of training. Thus, the student learns to accumulate his own experience in solving educational, but in fact professional problems, while receiving meaningful experience in his field.

References:

1. Vlasova S. V. Features of teaching foreign languages to students of aerospace specialties // World of Science. Pedagogy and Psychology MAI (NRU), 2019 No. 3. — URL: https://mir-nauki.com/PDF/71PDMN319.pdf (accessed 16.02.2020)

2. Ganzeeva A.O. Features of teaching foreign languages at aviation specialists//

Pedagogical experience: theory, methodology, practices: Materials IX International scientific - pract. conf. (Cheboksary, Oct 14, 2016). – Cheboksary: SCC "Interaktiv plus", LLC, 2016. –p. 368. – ISSN 2412-0529. doi:10.21661/a-277. URL: https://interactive-plus.ru/en/action/277/imprint (accessed 16.02.2020)

Системы GPS для ликвидации пластиковых загрязнений Мирового Океана (на основе анализа англоязычных источников)

Царьков С.С.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва
Tsarkov@vospitateli.org

Our planet is one of the most beautiful places in the Universe, consisting of lands, rivers, seas, and, of course, oceans. Mankind has turned the oceans into a hotbed of garbage, poison, plastic. The ocean is polluted by five trillion pieces of plastic. The largest trash accumulation is in the Great Pacific Garbage Patch. There are four more ocean garbage patches have appeared. We can't leave plastic for nothing because ecosystem, health and economics are at risk. Cleaning up the Garbage Patches using ordinary methods would take thousands of years and billions of dollars to fulfill this task. But Dutchman Boyan Slat has found a solution to this complex problem and called it «THE OCEAN CLEANUP». This man is the smartest in ventor, who creates some technological solutions to solve global problems. Boyan, 18 -years old has designed a concept «OCEAN CLEANUP».

The system is fascinating. It consists of a very long floater that is put on the surface of the water and a skirt that hangs beneath it. The floater provides buoyancy to the entire system, while the skirt is like the savior that prevents trash from escaping under the water. The cleanup systems have an advantage using nature and rely on ocean natural forces to navigate the patches – a feature that increases its survivability in the harsh environment.

Stages

1. The patches of the cleanup system are based on the use of natural ocean forces. Natural forces and a sea anchor are good companions. Together they create a drag, which makes the system to move slower than the plastic mass. As a result, this system allows the plastic to be captured.

2. The floater navigates the garbage patch for long time periods, catching and retaining debris in the center of the system. It works autonomously.

3. The collected synthetic polymer mass is taken out when the systems are full. There are special vessels like an ocean garbage truck for it .

What is expected?

Plastic can be like massive mass and just millimeters in size. Floating systems allow the plastic to be captured ranging from the size. Massive discarded fishing nets are included to systems. Development prospects for a full-scale cleanup system are fantastic. The system could clean 53 % of the Great Pacific Garbage Patch just in five years. «THE OCEAN CLEANUP» projects are able to remove 87 % of ocean plastic by 2040.

Environmental protection

The main goal of the project is to protect the environment. Researches of the specialists and the team of 116 specialists allow to conduct extensive monitoring the situation. Any negative impact on marine life and the marine environment is minimized. Monitoring is also provided constantly.

It is expected that GPS will continuously broadcast the location of passing vessels and GPS will track the location of the systems.

Advantages

1. Algorithms help to optimize automatically the system operation. Systems roam the gyres all the time. The condition, performance and trajectory are key aspects of tracking systems. Real-time telemetry helps to do all this coordinated moving. It is convenient and practical.

2. The system includes many features. The scale of cleaning can be increased. Systems should be in many parts of the ocean. The more systems, the faster is the cleaning.

3. The application of the solar energy is the way to get rid of any external source of energy. All electronic devices are powered by solar energy including GPS. Systems are powered by the natural forces. It also helps to catch and concentrate plastic.

References:
1. Передельский Л.В., Коробкин В.И., Приходченко О.Е. Название: CD Экология: электронный учебник. Учебник для ВУЗов Год: 2009 Издательство: КноРус. Свободный доступ из сети Интернет URL: http://ural-education.ru/wp-content/uploads/2016/12/
2. Радиолокационные системы: учебное пособие / [В. В. Ахияров, С. И. Нефедов, А. И. Николаев и др.]; под ред. А. И. Николаева. — 2-е изд. — Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. — 349, [3] с.: ил. Свободный доступ из сети Интернет URL: http://baumanpress.ru/books/639/639.pdf
3. Чижиумов, С. Д. Ч 594 Основы гидродинамики: учеб. пособие / С. Д. Чижиумов. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2007. − 106 с. Свободный доступ из сети Интернет URL: https://shipdesign.ru/Chizhiumov/FluidDynamic.pdf
4. Официальный сайт организации The OCEAN CLEANUP Свободный доступ из сети Интернет URL: https://theoceancleanup.com/

Международный авиационно-космический салон (FIDAE) в тематике занятий иностранным языком

Цюхова П.И., Раева В.В.
Научный руководитель — Лоренцо Б.Г.
МАИ, Москва
shastikcat@mail.ru

ФИДАЭ – ведущий авиационный салон в иберо-Америке и Южном полушарии, третий по значимости в мире. Благодаря своей долгой и успешной траектории, сегодня он пользуется признанием во всем мире, став ведущим образцом региона.

История. В 1980 году ВВС Чили решили отпраздновать свое 50-летие существования с образцом самолётов. Тогда выставка называлась FIDA (Международная авиационная ярмарка). 13 стран приняли участие и приняли участие около 115 000 человек. Сейчас международная выставка аэрокосмических и оборонных технологий (FIDAE) проводится каждые два года в Чили.

Релевантность. FIDAE, которая поддерживается правительством Чили и ВВС Чили, входит в пятерку крупнейших в мире, представляя новейшие аэрокосмические и оборонные технологии, лидируя в Латинской Америке по выставкам того же характера.

FIDAE is the leading air show in Ibero-America and the third most important in the world. Thanks to its long and successful trajectory, it is now recognized all around the world, being the leading example of the region.

History. In 1980, the Chilean air force decided to celebrate its 50th anniversary showing some samples of aircraft. Then the exhibition was called FIDA (international aviation fair). 13 countries and 115,000 people participated. Currently, the international exhibition of aerospace and defense technologies (FIDAE) is held every two years in Chile.

Relevance. FIDAE is supported by the government of Chile and the Chilean air force. FIDAE is one of the five largest air shows in the world, that presents the latest aerospace and defense technologies, and is leading in such exhibition of Latin America.

Идиомы в деловом английском и в аэрокосмической сфере («Космические» идиомы»)

Чекомазов В.Г.
Научный руководитель — Шанина А.И.
МАИ, Москва
vasach@list.ru

Nowadays the importance of the English language has significantly increased. In the process of globalization, the growth of international cooperation, and the development of innovative technologies, English has achieved the status of an international one. This is largely due to the fact

that in the XXI century English became the language of science, technology, culture, business and international communication. With the adoption of the program for creating a language environment, there is a necessity to make the language more lively, clear, and emotional. In connection with this case it is unavoidable that new terminology will appear in all spheres of the society. It is worth noting that in certain situations in order to convey the meaning of the context fully and impart the emotional color, it is fair to use certain expressions, such as phraseological units.

This article describes the peculiarities of translating idioms and using them in the business language. The problem is that it is often possible to translate some idioms by identifying the common meaning of two seemingly completely different words. The relevance of the work lies in the fact that the translation and use of idioms in the business language is a complex process. It takes into account not only lexical units and terms, but also the national color of the language, the cultural mentality of colloquial speech and the specifics of the business style in a multipolar business environment.

The author analyzes different ways of translating English idioms, including:

- Choice of Russian expressions similar in meaning;
- Finding an idiomatic analog;
- Literal and narrative translations;
- Contextual substitution.

Each of these approaches has its own nuances and aspects depending on a particular context, which should be clearly understood during the process of translation.

In conclusion, it is important to emphasize that at present knowledge of the business lexicon of English is necessary for experts in the field of international economy, for managers of large companies and for specialists of other professions.

References:

1. Crystal David. English as a Global Language. Cambridge University. Press., 2010. p. 216.
2. Ter-Minasova S. G. Language and intercultural communication. M., 2000. p. 23.
3. Кунин А.В. Курс фразеологии современного английского языка. Высшая школа. 1996.

Обзор экономических перспектив использования двухэтажных пассажирских самолётов на основе анализа зарубежной прессы

Шевердин М.А.
Научный руководитель — Смирных Е.В.
МГТУ ГА, Москва
yamaksikanec@gmail.com

Nowadays, a variety of aircraft types is highly increasing. Each model is becoming more preferable for airlines. The reason is that they can reap the benefit of the models. But one thing is approximately the same on different types of aircraft — they are single- deck. For the whole aviation history there were just 2 types of double-deck passenger aircraft: Boeing 747, which was built in 1968, and its young competitor Airbus 380, the world's largest aircraft; its "year of birth" is 2001. Unfortunately, demand for these types is decreasing. So, the objective of the present study is to estimate the economic factors of this phenomenon.

By January 2019, Airbus had received 313 firm orders and delivered just 234 aircraft. For example, the biggest deal with Airbus for delivering A380 was 53 aircraft from Emirates in the beginning, but nowadays the company has run out of resources and decreased the amount of planes to 20. The firm's lofty target was swiftly undermined because market offers more fuel-efficient makes such as Airbus's own A350 or Boeing's 787 Dreamliner. Single deck aircraft could be run more efficiently, so the expectation of a rapidly rise amount of passenger travel failed to acquit That is why Airbus company also found that A380 could not operate at full capacity. Airbus cut production to 12 per annum from 2018 onwards. In 2018 CEO of Airbus said that the program of A380 would end in 2021 and left only technical support. All in all, airlines faced a problem, that using the largest aircraft is inefficient, that is why the demand has fallen.

Obviously, Boeing 747 has the same issue. For instance, United Airlines made its last-ever Boeing 747 passenger flight on November in 2017, followed by Delta Airlines. Qantas ordered

Boeing 787 Dreamliners, they will replace older 747-400s. Airline then expects its remaining fleet of six 747-400s to continue operating into the 2020s. In September 2016 Boeing reduced production — just one every two months The Airbus A380 and Boeing 747 share a common problem: their size. Single deck aircraft is much more flexible during flight operations. But the 747 was designed to outlast its usefulness for passenger services, from the beginning. It was planned as a cargo plane and has special room for cargo, even on the passenger version. For airlines, this is a huge advantage. When passenger yields are down on a route, cargo can help bring benefit. On this basis, Boeing 747 may stay much longer on aviation market, but not as passenger aircraft, it might be redesigned to cargo plane.

The research paper results in conclusion that aviation business is low-profit. Because of this, airlines consider to operate as economic as it possible. Unfortunately, efficiency is not about double deck passenger aircraft, they consume too much fuel and it is hard to obtain their full capacity. So, in the nearest future the aviation industry is less likely to have new double deck planes, basically, because of market's condition.

References:

1. Forbes. Airbus a380 superjumbo the rise and fall. 2019

URL:https://www.nytimes.com/2019/11/04/business/el-al-747.html

2. CNN Business. Farewell Boeing 747 why it's the end for this double deck wide bodied. 2019

URL: https://www.cnbc.com/2019/02/14/ farewell-boeing-747-why-its-the-end-for-this-doubledeck-widebodied-jet-gyl4p5

3. Henkoff// Boeing's big problem // fortune — 2016.

Язык в интернет коммуникации и его словообразование на материале авиационных форумов

Шевченко Т.А.

Научный руководитель — доцент, к.фил.н.Мочелевская Е.В.

АФ КНИТУ-КАИ, Альметьевск

shevtanya99@yandex.ru

Быстрое развитие создания новых слов, особенно жаргонных, играет важную роль в неформальном общении. Многие люди любят использовать сленговые слова в своем повседневном общении, потому что им удобнее говорить таким образом. Более того, они находят сленговые слова как способ пополнения своего словарного запаса новыми словами, потому что сленг является инновационным. Сленг является таковым, потому что он обогащает стандартный язык различными способами. Во-первых, сленг обогащает язык неологизмами. Он часто образует новые термины, имеющие звукоподражательную окраску, например, "blub" («рыдать»), "boak" («блевать») и т. д. Он также создает новые уничижительные выражения, например, для «идиота» мы можем использовать жаргонные слова "din-lo", "pranny" и т. д. которые могут быть восприняты как менее оскорбительные из-за их семантической неясности. Во-вторых, сленг обогащает язык новыми смыслами. Что в свою очередь создает новые дополнительные значения, большинство из которых происходит от образного языка: например, «алмаз» – это нечто «чудесное», в то время как «яд» – метафорическое название «алкоголя». В-третьих, сленг обогащает стандартный словарный запас новыми словоформами. Он намного богаче стандартного языка в плане словообразовательных паттернов, некоторые из которых типичны для сленга, например, вторжение инфикса внутрь слова, например: -bally-, как в abso-bally-lutely (вставлено в середине слова «абсолютно»).

Некоторые лингвисты рассматривают сленг как результат быстрого роста новых слов, который происходит как творческое выражение людей в желании создать более упрощенные слова, чтобы они были легко произносимыми. Благодаря быстрому развитию языка, появление жаргонных слов очень часто встречается даже в области литературного языка. Жаргонные выражения проникают в публичные речи, научный язык и нарушают строгие границы между литературным и нелитературным языком. Распространение сленга также идет быстро, особенно среди молодежи из-за влияния средств массовой информации. Одной из

характерных черт современного сленга является то, что помимо новых слов и значений он порождает новые грамматические отношения между словами.

Спорным вопросом сленга является словообразование. Некоторые сленговые образования на самом деле являются грамматическими и следуют правилам стандартного языка. Например, аффиксация, как процесс словообразования, основана на добавлении префиксов или суффиксов к словам. Сленг использует аффиксы, но, по сравнению с общей лексикой, с большей свободой и немного другими значениями или грамматическими последствиями.

Сленг по большей части относится к речи молодого поколения, которая тесно связана с современными тенденциями в образе его жизни, мышлении, одежде, поведении, а также разговорной речи. Сленг рассматривается как один из наиболее важных инструментов реализации студентов, таким образом, он способствует всем формам их общения и широко представлен в письменной неформальной форме различных веб-чатов, дискуссий, электронной почты или текстовых сообщений. Нет никаких сомнений, что сленговые выражения – это те, которые не имеют длительной стойкости в области говорения, но являются инновационными, свежими и быстро растущими как отражение образа жизни пользователей. Сленг представлен в виртуальном общении чрезвычайно широко. Жаргонные слова выражаются многими аббревиатурами, жаргонизмами или символами. Веб-общение стало частью повседневной жизни студентов. Его роль заключается в том, чтобы общаться быстро, кратко, обычно с большим количеством жаргонных слов и без грамматических правил. Типичные примеры веб-коммуникаций – это написание электронных писем или сообщений, содержащих серию букв, выражающих смысл в сокращенных формах, например: rox (rocks), thanx (thanks), X-mas (Christmas); одна буква может заменять целые слова, как b (be), c (see), r (are), y (you); -ing форму, в большинстве случаев заменяют сокращённым -in в таких словах как comin, eatin, havin и тд.

Как следует из аббревиатуры SMS-сообщений, чем больше нужно написать, тем короче должен быть язык. Таким образом, пользователь, как правило, внимателен к максимально возможному качеству сохранения писем. Аббревиатуры более сокращены, чем в электронных письмах. Также при написании текстовых сообщений часто используется замена некоторых букв цифрами. Например, 4Y (for you), U2 (you too), Gr8 (great), Gt2gthr (get together), NE1 (anyone), rUf2t? (Are you free to talk?), Il b l8 cuz cRs bin im£ed. (I´ll be late because my car has been impounded.). Сообщения являются лингвистически и стилистически очевидными и прозрачными для пользователей такой коммуникации, так что процесс становится более быстрым и понятным. Для успешного достижения этой цели необходимо знать все аббревиатуры, условные обозначения и сокращения.

Таким образом, можно сделать вывод, что новые словообразовательные модели распространяются в интернет-коммуникации мгновенно и свободно проникают в общеупотребительную лексику.

Использование английской лексики для описания устройства диагностирования микродефектов в авиационной электронике методом токовой нагрузки

Шипилов Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Макарова В.А.
МАИ, Москва
shipilov.dmitry.valer@gmail.com

To analyze the non-destructive testing device, it was reviewed the relevant authentic scientific and technical literature in the field of aviation electronics. As a result, it was selected the English essential vocabulary that was used in the study for description and analysis of non-destructive testing device.

There is a challenging issue of detecting hidden defects in conductors. Existing methods, such as parametric and visual inspection, do not allow to detect hidden defects in the PCB topology. A defect such as a microfracture will not affect the device that operates under the acceptable operating

mode. However, there are extreme conditions (temperature differences and vibrations) when special type of defects can cause the conductor break and the device emergency stop.

We used a “current load method” [1] and the research revealed possibility to detect a hidden defect when an electric current is obviously greater than the conductor is ready to withstand. The main condition is compliance with the adiabatic heating process of the defective part (for this purpose, an electric current is passed a few milliseconds). In this case increasing the resistance signals about a defect presence rather than heating the entire conductor due to too long pulse supply time.

To solve the problem of detecting hidden defect in interconnects, a schematic and block diagram were designed, and a device prototype was made. The key element of the circuit is a resistance bridge, a hidden defect is diagnosed on its arms. If microdefect exists, the resistance of one of the arms will grow faster than the other and the oscilloscope will record an increase in voltage.

Two conductors are connected to the device: reference conductor and test defective conductor. The defect was simulated for a 2 mm wide conductor with a 0.3 mm diameter drill and a 0.15 mm pitch, thus simulating a thinning by the half-width of the conductor.

Experiments showed that with the specified parameters of the experiment, it is possible to increase the resistance by 10 mV. Experiments were also conducted with an increase in the" defect" of the conductor (by cutting the conductors between the holes), the resistance (and, accordingly, the voltage) increased.

As part of the work, a model of the non-destructive testing device was developed and manufactured using the “current load method of the defective section” and theoretical calculations were confirmed.

In further researches, it can be considered the possibility of automatic regulation of the electric current when the critical state of the conductor is reached without its destruction is considered.

Raferences:

1. Васильев Ф.В., Медведев А.М. Выявление скрытых дефектов соединений. // Электроника НТБ. 2018. № 10. с. 94-97.

2. Домени А.С., Шипилов Д.В. Расчет параметров диагностического контроля для различных скрытых дефектов. // «Гагаринские чтения – 2019» Сборник тезисов докладов. Том 1. М.: МАИ, 2019. с. 272.

3. Кошевая И.Г., Макарова В.А. Категория художественного времени как функциональная доминанта создания текста. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2017. № 4. С. 8-15

4. Макарова В.А. Время как текстовая категория в научно-технической литературе в области менеджмента, авиации и космонавтики. // Авиация и космонавтика — 2018 Тезисы 17-ой Международной конференции. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Москва, 2018 С. 653-654

Особенности перевода узкоспециализированных технических терминов на примере темы «Boeing 737 — самый опасный самолёт»

Широков А.И.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва
xirokov@mail.ru

Авиакорпорация Boeing занимает одно из лидирующих мест на рынке авиаперевозок. Каждые 5 секунд в мире садится или взлетает один Boeing 737, а единовременно в воздухе находятся 1200 бортов. Однако, две подряд катастрофы лайнеров данной авиакомпании послужили предметом международного всестороннего анализа причин и последствий этих крушений. В научных кругах обсуждение темы «Boeing 737 — самый опасный самолёт» идет повсеместно, и основной язык данных размышлений и дискуссий — английский.

Актуальность данной темы представляется в попытке анализа обоснованности имеющейся информации о перспективах дальнейшего использования данного авиалайнера.

В исследовании ставятся следующие задачи:

1. Проанализировать причины и последствия двух катастроф самолётов Boeing 737 MAX

2. Дать оценку сегодняшнему состоянию летной годности самолётов Boeing 737.

3. Осуществить попытку прогноза перспектив эксплуатации воздушных судов данного типа.

4. На базе анализа причин крушений определить степень потенциальной опасности для пасажироперевозок модели 737 и ответить на злободневный вопрос общественности: являются ли данные авиалайнеры самыми опасными в мире?

Технические данные авиалайнера следующие: Boeing 737 — узкофюзеляжный турбовентиляторный реактивный пассажирский лайнер, самый массовый пассажирский самолёт в мире. Возможно по причине широкого распространения, СМИ пристально следят за данным авиалайнером. В глобальной сети ещё в 2010 году вышла статья издания «Buisnessweek» с рейтингом самых небезопасных самолётов, где лидерство занял Boeing 737 поколения Original (обозначался как B737 JT8D, в соответствии с названием двигателя, установленном на данном типе воздушных судов).

Данный факт сразу вызвал у аэрофобов большое количество негативных высказываний о B737 и закрепил в сознании множества потенциальных пассажиров идею о том, что этот лайнер — самый небезопасный / ненадежный самолёт в мире. Апогеем растущего негативного отношения стали две катастрофы в 2018 и 2019 годах с абсолютно новыми моделями самолётов — B737 MAX.

С целью сделать правильные научные выводы по заявленной теме исследования, автор проанализировал статистику авиационных катастроф за 2000-2017 годы по авиационным катастрофам с участием трех авиалайнеров, схожих по летным характеристикам: B737, его прямого конкурента — A320 и отечественного Ту-154. Выбор временного промежутка обусловлен массовым производством и введением в эксплуатацию большинства летающих ныне бортов.

Анализ статистики показал, что в указанный период времени B737 терпел крушения 85 раз, из которых 31 катастрофа с жертвами. В общей сложности погибло 1842 человека. Для A320 данные следующие: 33 происшествия, из них 12 с жертвами. Количество погибших – 1218. Для Ту-154: 17 происшествий, 12 с жертвами, 1017 человек погибли.

На первый взгляд вывод очевиден: B737 самый ненадежный авиалайнер. Но, при более глубоком анализе, очевидность начинает теряться, особенно в сравнении с другими видами перевозчиков. Например, за тот же промежуток времени на автодорогах планеты погибло 22 млн. человек, из них 500 000 в России. Но про опасность автомобильного транспорта никто не говорит в такой манере, как о рисках B737.

Автор считает, что для исследования необходимо изучение иностранных источников, овладение терминологией на английском языке, что приведет к улучшению навыков технического перевода у обучающихся в аэрокосмических вузах. Также технический английский поможет в будущем становлении в инженерной профессии, позволит рационально обсуждать имеющиеся научные проблемы с коллегами из разных стран на английском языке.

По данной теме исследования автором выделяются основные термины: narrow-body turbofan jet passenger liner, (узкофюзеляжный турбореактивный пассажирский авиалайнер); reliability, (надежность) future prospect, (Будущая перспектива); Maneuvering Characteristics Augmentation System, (Система Повышения Маневренных Характеристик); Fuel efficiency, (Топливная эффективность)

Делаются выводы о необходимости более глубокого анализа ситуации, сравнения фактов технической документации, мнений экспертов для научного анализа ситуации.

Список литературы:

1. Авиасмотр [Электронный ресурс] / Видеохостинг YouTube, доступ свободный, заголовок с экрана. URL: https://www.youtube.com/channel/UCgbVWztDMyVDDXKHVT-7nzw (Дата обращения: 22.01.2020)

2. Скиба В. «Самые опасные самолёты в мире» [Электронный ресурс] / Блог-платформа TopCafe. Доступ свободный, заголовок с экрана. URL:

https://topcafe.su/nauka-i-tehnika/drugaya-tehnika/samye-opasnye-samolety.html (Дата обращения: 01.02.2020)

3. Самолёт Boeing 737 MAX 8 и какова его репутация. [Электронный ресурс] / Интернет платформа NaSamoletah.Ru Режим доступа: https://nasamoletah.ru/samolety/boeing-737-max-8.html (Дата обращения: 01.02.2020)

Изучение вопросов терминологии по теме метаматериалы и перспективы их применения в авиастроении

Шуран Д.А., Козина М.А.
Научный руководитель — Червяков В.И.
МАИ, Москва
dmitryshuran@yandex.ru

The special class of materials whose properties are not met in natural composite structures are called metamaterials. Their properties should be understood as special values of the physical parameters of the medium, for example, negative values of magnetic and dielectric permeabilities.

Overwhelming majority of metamaterials naturally occurring in nature has positive values of permittivity and permeability. They should be considered as DPS (double positive) materials. The opposite case is ones with the negative values of ε and μ. They don't exist in nature and are the most exciting subject of recent research.

Whether only the one of the parameters is negative, the material is called SNG (single negative). The parameter defines the further division into subclasses: ENG (epsilon- negative) and MNG (mu-negative).

Composite artificial structures are successfully used in microwave technology due to their electrophysical properties. Many waveguides, power dividers, absorbers, resonators, isolators, antennas and their constructive elements have metamaterials implemented in their designs

Electromagnetic absorbers for the terahertz and microwave ranges are a special field of application. The dielectric separates the metal plate and the metamaterial layer. Absorbers are not dependent on polarization over a wide frequency range; their great advantage is the simplicity of manufacture and small size.

Metamaterials are used to reduce the size of conventional emitters in the substrates of miniature printed antennas and increase radiation efficiency

The application scope of metameterials is great: antennas, waveguides, absorbers, super lenses. Due to their negative refractive index metamaterials can be the basis for the creation of an invisibility cloak and are a promising area for a further research.

References

1. F. Capolino. Theory and Phenomena of Metamaterials. 2009

2. S.Yan. Metamaterial design and its application for antennas. 2015.
Available at: https://core.ac.uk/download/pdf/34632985.pdf

3. I.A. Buriak, V.O. Zhurba, G.S. Vorobjov, V.R. Kulizhko, O.K. Kononov, Oleksandr Rybalko. Metamaterials: Theory, Classification and Application Strategies (Review). Journal of nano-and electronic physics, Vol. 8 No 4(2), 2016, 11pp
Available at: https://www.researchgate.net/publication/311850077_Metamaterials_Theory_Classification_and_Application_Strategies_Review

Искусственный интеллект в лингвистике

Шушакова М.М.
Научный руководитель — Картушина Н.В.
МАИ, Москва
mariya-shushakova@mail.ru

Linguistics is multi-faceted science, it studies not only language as a single structure, but also its relationship with other sciences, so linguists distinguish a lot of its species. For example, sociolinguistics, psycholinguistics, cognitive, corpus, computer linguistics. The latter will be discussed in this article.

Computer linguistics (also called mathematical, computational) is the most developing direction of linguistics in connection with the fast rate of development of computer technologies and artificial intelligence (AI). It would seem, how can linguistics, humanitarian science, be connected with engineering specialties. Consider an example: a software engineer makes up a computer program, for which he uses a coding language, that is, now the program works in a programming language that will read and understood only the computer and the professional programmer. Therefore, the average person will not be able to use this program. But it was created particularly for him. So, it is necessary to transform the programming language into a kind of natural one, understandable to us, people. Computational linguistics does this, it provides communication between artificial intelligence (computer) and human (user). In other words, it performs an interface function between a man and a machine. In such a way knowledge of linguistics is necessary for engineering programs, apps, and even for simple using of the computer, because such well-known conveniences as search for news, autocorrection of T9, various translation programs, and even "okay, Google" are cooperative work of the program and linguistics.

Such programs are available and well-known to all. And the app "TranslateIt" is characterized by the set of knowledge of two sciences This program is “a contextual multilingual dictionary, and its main function is to get a quick translation of the word by pointing the cursor over it. This technology allows you to quickly translate texts without being distracted when reading to find a translation in the dictionary” [1]. In a similar way, numerous book translation apps work, which originally inlet line-by-line translation of the text into the program. Also an example of the synthesis of two sciences — linguistics and programming — is the very popular program “Google translator’. On the technical side, it is a program which contains a certain algorithm of queries laid down through coding. On the linguistic one, the program is loaded with a whole system of word and sentences search and their translation, which is based on the knowledge of linguists — there are commonly used language constructs, word collocations, features of verb use, the rules of morphology, and much more. Accordingly, dictionary data should be constantly updated; new phrases, language models and working algorithms loaded. Let’s remember that our favorite voice input and printed text set is also work of computer linguistics. It provides speech recognition and understanding of written text by the program, that is, translates natural language into programming one and the other way around in translation.

Thus computer linguistics is really relevant and progressive, because programs and systems grows, electronic databases and dictionaries becomes larger, systems and devices with AI elements are widely implemented in everyday life, and their management requires the creation of human-oriented interfaces, that obliges to attract more language professionals, specifically in the field of computer linguistics.

In this case, there is a reasonable question: where to find highly qualified specialists in this field? Such specialists are not trained today. Among higher education institutions, we do not have a wide offer for training professionals in the field that is at the intersection of two completely different Sciences in content. And in my opinion, this is a real problem that will only grow. Our task today is to get a head start and ensure the development of computer linguistics. It is necessary to train competent specialists in the field of computational linguistics, they will be in demand in the present and future, since AI is guaranteed to develop.

In conclusion, by the developing a particular field of linguistics, computer linguistics in particular, we develop linguistics in General, expanding the boundaries of our knowledge about it, that is our main linguistic goal and mission.

Изучение технической терминологии на занятиях английского языка на примере темы «Разработка беспилотного авиационного комплекса для защиты зон аэропортов от птиц и малоразмерных БПЛА»

Юкин И.И., Сухарев Д.А., Дерягин О.В.
МАИ, Москва
yavinte@yandex.ru

Бурное развитие гражданских беспилотных систем (БПЛА) и повышение плотности застройки в районе аэропортов приводит к необходимости решения двух серьезных проблем: ликвидация угрозы, идущей от малоразмерных БПЛА, нарушающих зоны безопасности аэродромов, и устранение орнитологической опасности для самолётов.

Целью данного исследования является обоснование необходимости внедрения беспилотного авиационного комплекса, выполняющего вышеуказанные задачи.

С целью изучения мер, направленных против пернатых, анализируется опыт инженеров института Caltech, разработавших алгоритм, который позволяет БПЛА отпугивать птиц без участия человека. Такой дрон воздействует на отдельных особей стаи, изменяя траекторию её движения в целом. Показано, что выгоднее всего для данной цели использовать обычные квадрокоптеры.

С целью анализа мер, действенных для борьбы с дронами залетающими на территорию аэропорта, изучается опыт российских конструкторов, разработавших новое оружие против БПЛА – аппарат с возможностью вертикального взлета, оснащенный самозарядным карабином или (опционально) автоматом Калашникова. К отличительным особенностям устройства относятся высокая точность стрельбы, сравнительно небольшие габариты и способность находиться в воздухе до 40 минут.

Авторами исследования, на базе изученных материалов, предлагается комплекс систем, совмещающий в себе функции вышеуказанных аналогов:

1. эффективные методы отпугивания птиц;
2. перехват БПЛА–нарушителей.

Основной сложностью, во введении подобного образца в эксплуатацию- отсутствие в России сертификационного базиса по этой теме. Для упрощения процесса сертификации приходится изучать опыт зарубежных коллег.

Отмечается, что максимальная часть информации о зарубежных аналогах предлагаемого авторами исследования БПЛА, а также об опыте их использования и программного обеспечения представлена на английском языке, с использованием узкоспециальной технической терминологии. Следовательно, для профессионального изучения иноязычной документации по предлагаемой в исследовании темы, требуются определенные навыки перевода и возрастает важность изучения инженерами английского языка.

Базовые термины по данной теме следующие:

a design solution — проектно-техническое решение,
a preliminary drawing — эскиз, предварительный чертеж,
a reference point — точка отсчета, начальная точка,
to resist wear — отличаться устойчивостью к износу,
to slot into — закреплять в пазу.

В результате исследования делается вывод о целесообразности разработки данного авиационного комплекса и о пользе, которую приносит знание английского языка в процессе его проектирования и введении в эксплуатацию.

Список литературы:

1. Архипов В.П., Камруков А.С., Козлов Н.П., Семенов К.А. Способ обеспечения орнитологической безопасности аэропорта и устройство для его осуществления. [Электронный ресурс] / Патент RU 2 562 385 C1, МПК A01M 29/10 (2011.01). Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2562385C1_20150910 (Дата обращения: 18.01.2020)

2. Ника Рыжова-Аленичева об авиационной орнитологии. [Электронный ресурс] / Видеохостинг YouTube, доступ свободный, заголовок с экрана. URL:

https://www.youtube.com/watch?v=lXCjeONpy6M&feature=youtu.be (Дата обращения: 03.02.2020)
3. Союз охраны птиц России. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.rbcu.ru/rbcu/11805/ (Дата обращения: 31.01.2020)
4. Тигков А.С. Аэродромная экология птиц. / Диссертации на соисканне ученой степени кандидата биологических наук. — Москва — 2008. — 003168702. Режим доступа: http://earthpapers.net/aerodromnaya-ekologiya-pt (Дата обращения: 31.01.2020)
5. Aviation ornitology group. [Электронный ресурс] / Website. Доступ свободный, заголовок с экрана. URL: http://otpugivanie.narod.ru/eng.html (Дата обращения: 14.02.2020)

Literary time category as a text-forming component in the analysis of English-language texts describing aviation industry enterprises

Юркова А.В.
Научный руководитель — Макарова В.А.
МАИ, Москва
yurkova.nastya@inbox.ru

The purpose of the work is analysis of English language text describing the aviation industry enterprise based on the literary tense category as a text-forming component.

The subjects of the research is airport operation features as well as airport staff, cabin and flying crew work described in the work «Airport» by Arthur Hailey and the literary time category and its role in the successful literary work creation.

The literary tense plays an important role in understanding the studied work «Airport» and interpretation of author's idea – to show functionality capabilities of the airport in extreme conditions. The airport is described within the framework of the literary tense and its constituents — before subject time, subject time, over subject time, super subject time.

It was analyzed the main airport operation fixed by parallel times: the work of the airport administration, ground staff and flying crew under extreme load; the difficulties of airport management; the problems arising in the process of carrying out duties; abnormal situations related to passenger safety, airport precaution work. It was also considered specifics of each airport service; the impact of work on the personal life of employees and identify the character traits necessary for each employee to successful work.

To enter additional information about employees necessary for understanding the main events, the author use before subject time as retrospectively directed: the relations of the airport employees, their family life, problems are described.

Thus, the work analyzed the specifics of the airport's functioning and the work of the staff (ground staff and flying crew) refracted through the prism of the literary tense, as a fundamental component of the text.

Creating a literary work, the author must follow certain laws of text construction, both grammatical and semantic. The literary time defines structural frames that the author cannot transgress and piece together all the components of the text, building a logical narrative.

References:

1. Кошевая И. Г., Макарова В. А. Текст в рамках различных типов художественного времени // Вестник Московского государственного областного университета. Серия «Лингвистика». 2017. № 3. С. 14-19.
2. Макарова В.А. Параллельное время как литема художественного времени литературного текста. // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2019. Т. 12. № 4. С. 259-263.
3. Макарова В.А. Сверхсюжетное время в художественном тексте. // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2019. № 3. С. 13-20.
4. Hailey Arthur «Airport» Серия: Читаем в оригинале/Англ.язык 2015.

Обзор на документы по техническому обслуживанию воздушных судов на основе справочных материалов самолётов зарубежного производства

Ягодин В.О.
Научный руководитель — Дербина С.В.
МГТУ ГА, Москва
vadim140100@gmail.com

A review on the essential maintenance documents

The problem of graduates documentation competence is vital in any working area. This problem may be caused by the curriculum specifics. In my opinion, specialized subjects in which students are acquainted with the documentation begin either within advanced courses and go in insufficient volume, or are generally absent as a separate special subject.

Any airline maintenance department, which provides aircraft with necessary maintenance and technical service, must have all necessary documentation. In general it is called Aircraft Maintenance Manual (AMM). It is the formal document which details the way in which all maintenance tasks carried out on an aircraft shall be accomplished. First of all, when you are going to make some maintenance, you must open ATA 00 and find out what data for us is necessary. ATA is a numerical technical classification of all the systems and sub systems on an aircraft which is universally used in aircraft engineering and aircraft maintenance. It was developed by the former Air Transport Association (ATA)

All documentation is divided into two main parts: scheduled maintenance documentation and unscheduled maintenance documentation. Scheduled maintenance documentation is used in planned checks. It is made with the help of Maintenance Planing Documentation. It is the manufacturer's responsibility to identify scheduled maintenance tasks that form part of the instructions for continued airworthiness of the aircraft. The main objective of MPD (Maintenance Planning Document) is to provide maintenance planning information necessary for each operator to develop a customized scheduled maintenance program. The Maintenance Planing Documentation defines the tasks for each type of scheduled maintenance check. Most airlines use the MPD to make a set of work order that the technicians use during the checks.

Airline maintenance program is a special element of documentation which is used at a certain airline maintenance department. One of basic documents is Aircraft Maintenance Manual (AMM). The data contained in the AMM will be established in general compliance with ATA Specification 2200, Information Standards for Aviation Maintenance. The AMM contains information required to service, repair, replace, adjust, inspect and check equipment and systems on the aircraft. These tasks are normally performed on the ramp or in the maintenance hangar. The practices and procedures data are related to these functions: Maintenance Procedures Maintenance Practice (MP) Servicing (S) Deactivation/Reactivation (D/R) Removal/Installation (R/I) Adjustment/Test (A/T) Inspection/Check (I/C) Cleaning/Painting (C/P) Approved Repairs (AR).

Unscheduled maintenance documentation consists of three parts: 1) structural damage 2) flight faults 3) ground faults service problems.

Flight faults and ground faults service problems are solved with the help of Trouble Shooting Manual (TSM). The TSM is provided by manufacturer to enable the systematic identification, isolation and correction of aircraft warnings and malfunctions reported in flight and on the ground. Thus, the function of the TSM is to give aircraft maintenance personnel sufficient data to isolate failures and/or malfunctions that occur in the aircraft systems as quickly and as accurately as possible. It is limited to the replacement of LRUs (Line Replaceable Units) and/or wiring repairs only to correct these failures.

Also to solve faults Minimum Equipment List is used too. A minimum equipment list (MEL) is a list which provides for the operation of aircraft, subject to specified conditions, with particular equipment inoperative, prepared by an operator in conformity with, or more restrictive than, the MEL established for the aircraft type.

Scheduled Maintenance the deferred work packages, selected Service Bulletins and the tasks called by MPD are scheduled. Un-scheduled Maintenance that is the crew entry report on the TECHNICAL LOGBOOK that makes the maintenance action/reply mandatory.

Секция №9.8 Связи с общественностью и реклама в аэрокосмической отрасли

Связи с общественностью в условиях кризисной ситуации (на примере деятельности авиационных компаний)

Беневоленская Д.О.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Тараненко А.В.
МАИ, Москва
bendasha@yandex.ru

В PR-практике термин «кризис» используют достаточно широко, подразумевая и прекращение нормального процесса, и непредвиденное событие, ставящее под угрозу стабильность предприятия, и происшествие, способное навредить или даже разрушить репутацию компании. Как правило, урегулированием кризисных ситуаций занимается департамент по связям с общественностью компании, сотрудники которого определяют каким образом информация будет транслироваться и передаваться в общество, с каким оттенком новость появится в СМИ, насколько быстрой будет реакция на ту или иную кризисную ситуацию и т.д.

Подходов к определению типологизации кризисов существует много. Обратимся к трудам зарубежного исследователя в области связей с общественностью Сэму Блэку. Он делит кризисы на «известное неизвестное» и «неизвестное неизвестное». Первые — это кризисы, возникающие в силу самой природы предприятия. Например, компания, производящая автомобили или техническое оборудование, в любой момент может столкнуться с необходимостью «отзыва продукции или аварией». Авария может случиться, но неизвестно, произойдет ли она, и если да, то в какой момент. Ко второму виду кризисов он относит катастрофы и аварии, которые никто не способен предвидеть. Это может быть порча продукции, нарушение технологии, несущее угрозу отравления и человеческих жертв.

Кризисные ситуации случаются в деятельности любой организации, и авиационная отрасль не является исключением. Выделяются следующие кризисные ситуации, которые негативно отражаются на развитии не только авиакомпании, но и авиационной отрасли в целом:

- Экономический кризис, банкротство авиакомпании;
- Авиакатастрофы;
- Обнаружение взрывных устройств (проблема службы безопасности);
- Непрофессионализм членов экипажа;
- Чрезвычайные ситуации: пищевые отравления, задержки рейсов, технические неполадки на воздушном судне, погодные условия, распространение вирусных заболеваний, повлекшие летальный исход, дебоширство на борту.

В условиях кризисной ситуаций основной задачей служб по связям с общественностью является максимизация вероятности сохранения авиакомпании. С одной стороны, необходимо снизить расходы, с другой, ограничить ущерб репутации компании и доверия к ней.

Если кризисная ситуация произошла, то, во-первых, следует занять четкую недвусмысленную позицию, ведь выстраивание грамотной коммуникации между клиентами и официальными лицами авиакомпаний позволяет находиться на лидирующих позициях. Во-вторых, централизовать коммуникации (только один представитель компании имеет право делать официальные заявления). В-третьих, одним из самых важных пунктов являются отношения со своими работниками, они должны быть проинформированы о сути ситуации и позиции компании в первую очередь.

Также следует постоянно контактировать с представителями СМИ, осуществлять непрерывный мониторинг и оценку протекания кризиса, иметь налаженные связи с лидерами мнений, представителями общественных организаций. Специалисты по связям с общественностью должны заранее думать о позиционировании компании после преодоления

кризиса, поскольку здесь важно акцентировать внимание на проделанной работе, а не о причинах возникновения кризисной ситуации.

Так, авиакомпании «Уральские авиалинии» удалось преодолеть кризис в 2019 году. Авиалайнер авиакомпании выполнял плановый рейс, но вскоре после взлёта из аэропорта Жуковский столкнулся со стаей чаек, и у него отказали оба двигателя. Экипаж сумел благополучно посадить самолёт на кукурузное поле. Все находившиеся на его борту пассажиры остались живы. Согласно скоординированным действиям руководства компании и департамента по связям с общественностью, кризис не отразился на деятельности авиакомпании. Был сделан упор на профессионализм пилотов, им присвоили звание Герой России. В социальных сетях публичные личности описывали свои эмоции и благодарили пилотов. Новости в СМИ появлялись исключительно в позитивном свете.

Однако, не каждая авиакомпания способна преодолеть кризис. Например, авиакомпания «Трансаэро» обанкротилась и прекратила своё существование в 2015 году.

Таким образом, кризисные ситуации в авиационной отрасли возникают из-за разного рода причин, поэтому их тщательно анализируют и разрабатывают антикризисный план. Заранее продуманный антикризисный план в совокупности с грамотной работой службы по связям с общественностью способны отразить негативные комментарии и поддержать репутацию организации. Сохранение репутации авиакомпаний очень важно, от этого зависит, продолжат ли они свою деятельность или перестанут существовать.

Список литературы:

1. Кривоносов А.Д., Филатова О.Г., Шишкина М.А. Основы теории связей с общественностью. [Текст]. — СПб.: Питер, 2010. 384 с.

2. Чумиков А.Н. Связи с общественностью: теория и практика. [Текст]. — М.: Дело, 2014. 534 с.

3. АвиаПорт.Ru — авиация и бизнес. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.aviaport.ru/ (дата обращения: 26.01.2020).

Информационное партнерство как PR-инструмент продвижения выставки (на примере China International Aviation & Aerospace Exhibition)

Вдовиченко В.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва
monat172899@gmail.com

PR-инструменты — это различные средства и методы, применяемые в деятельности по связям с общественностью, с целью достижения поставленных коммуникативных задач. Ключевым PR-инструментом при продвижении выставки является информационное партнерство, то есть создание системы передачи данных о том, или ином мероприятии.

При проведении выставки China International Aviation & Aerospace Exhibition в 2018 году для активизации такого PR-инструмента как информационное партнерство организатором выставки удалось привлечь 2850 журналистов, которые получили аккредитацию, на выставку. Значимая их часть являлась представителями изданий — партнеров. Самыми крупными информационными партнерами стали: «China Aviation News», «Show News». Одной из главных тем публикаций стала новость о подписании контрактов на сумму, более чем 21 миллиардов долларов.

СМИ, являясь информационными партнерами выставки, освещают событие, оказывают информационную поддержку организаторам. Журналисты аккредитованных изданий должны освещать подготовку выставки, рассказывать о её участниках, освещать проводимые в ходе выставки мероприятия размещая в своих изданиях указанную информацию.

Заблаговременно до начала выставки СМИ организовывают публикацию анонсов, пресс-релизов и новостей о мероприятий на информационном ресурсе. В свою очередь, организаторы указывают информационных партнеров в своей рекламе, на баннерах, в раздаточных материалах, размещение логотипа портала во всех рекламных материалах мероприятия и анонсах на сайтах, рассылках. Поскольку выставку в КНР посещают делегации

из более чем 40 стран, как правило, издания имеют английскую версию сайта или выпускают печатный материал на китайском и английском языках, в дни проведения выставки. Таким образом, все желающие могут ознакомиться с информацией о мероприятии.

Информационное партнерство это эффективный, а главное, выгодный способ продвижения выставки. Профильные СМИ позволяют донести информацию большему числу потенциально заинтересованных в посещении мероприятия лиц, организовать освещение мероприятия и сообщить о результатах.

Список литературы:

1. Кривоносов А.Д., Филатова О. Г., Шишкина М. А., Основы теории связей с общественностью. – СПб.: Питер, 2010. – 162 с.

2. China International Aviation. // ZHUHAI AIRSHOW CO., LTD. URL: http://www.airshow.com.cn/Category_1234/Index.aspx (дата обращения: 24.02.2020).

Технологии дистанционного зондирования Земли. Проблемы и перспективы развития отрасли

Гулидов Г.Г., Магомадов С.М.
Научный руководитель — профессор, д.и.н. Назаров А.Д.
МАИ, Москва
grigory.gulidof@gmail.com

Технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса — передовой инструмент современного изучения и постоянного наблюдения за нашей планетой, способствующий эффективному использованию и управлению её ресурсами. Современные технологии ДЗЗ находят применение практически во всех сферах жизнедеятельности современного человека. [1]

Современные технологии и методики использования данных дистанционного зондирования земли позволяют создавать уникальные решения для обеспечения безопасности, повышения рациональности разведки и добычи природных ресурсов, внедрения инновационных практик в аграрную промышленность, предупреждения чрезвычайных положений и устранения их последствий, охраны экологии и контроля над изменением климата. [2, С. 1507-1513]

Актуальность дистанционного зондирования постоянно увеличивается в современном информационном обществе. Однако несмотря на всю актуальность, в настоящий момент космические технологии зондирования практически не находят широкого применения даже среди крупнейших компаний несмотря на то, что даже инновационные методы сбора и обработки информации уже доступны для потребителя из сектора малого и среднего бизнеса. Эту проблему может решить последовательное применение маркетинговой и PR-стратегии.

Аудитория находится в состоянии неосведомленности по отношению к услугам ДЗЗ. Главной задачей в работе специалиста по связям с общественностью в данном контексте является внедрение информации в сознание целевой аудитории. [3] Цель данной работы — рассмотреть возможные методы популяризации и продвижения технологий ДЗЗ на рынке информационных услуг.

Список литературы:

1. Дистанционное зондирование Земли // Сайт Роскосмос.ру https://www.roscosmos.ru/24707/

2. Назаров А. Д. Быть лидерами: о некоторых проблемах и перспективах сотрудничества России и Белоруссии в космической сфере// Вопросы политологии. 2019. Выпуск № 9. с. 1507-1513.

3. Паблик рилейшнз / Джефкинс Ф., Ядин Д., Еремина Б.Л. — М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2015. с. 60.

Массовая культура в системе интегрированных коммуникаций при популяризации аэрокосмической сферы

Зеневич Я.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва
mperatory@gmail.com

Под массовой культурой понимается тип культуры, приспособленный к вкусам широкой аудитории, тиражирующийся множеством копий. В продуктах массовой культуры наиболее популярным средством продвижения является нативная реклама. Нативная реклама – вид рекламы, которая также называется естественной, потому как соответствует тому формату, тематике, качеству и стилю, в которой она присутствует. Наиболее часто нативная реклама встречается в кинематографе, потому как его продукты имеют широкое распространение, а интеграция в них товара на правах рекламы (продакт плэйсмент) является хорошим способом заявить о нём, так как внимание зрителя всегда сосредоточено на экране.

Целью данной работы ставятся детерминация и разъяснение причин широкого распространения идей научно-технического прогресса, преимущественно, аэрокосмической сферы. В данной работе выявляться эти причины будут в абстракции от непосредственных достижений науки – они будут рассматриваться в контексте интегрированных коммуникаций, кои наиболее широко представлены в массовой культуре. Актуальность же работы заключается в уже упомянутой экспансии идей научно-технического прогресса в социуме и специфике их трансляции в широкие массы, рассматриваемой далее.

Стоит отметить, что интегрированные коммуникации, осуществляемые компаниями аэрокосмической отрасли, в силу их деятельности, носят преимущественно имиджевый характер – то есть не имеют прямой направленности на продвижение того или иного продукта компаний. Имидж является важной составляющей взаимодействия с общественностью, потому как напрямую влияет на успешность функционирования компании, в основном, на экономические отношения с другими рыночными агентами.

В 1968 году было положено начало авиасообщению между СССР и США. Отношения между двумя странами в этот исторический период носили характер весьма напряжённых, что явно не могло способствовать коммерчески эффективной деятельности советской авиакомпании. Однако, в этом же году на экраны кинотеатров вышел фильм, уже имевшего на тот момент широкую известность, режиссёра Стэнли Кубрика «2001 год: Космическая одиссея». Фильм окупил свой бюджет пятикратно, получил высокие оценки критиков и только в одних кинотеатрах США его увидели 40 миллионов человек. Примечательно то, что фильм содержал в себе продакт плэйсмент Аэрофлота в виде сумок с логотипом компании, размещённых в кадре. Также в самой сцене зрителю показывалась встреча с русским представительством на международной космической станции. Этот пример является демонстрацией выхода компании на новый для неё рынок – заявкой о себе для новых потенциальных потребителей и закреплением положительных ассоциаций с компанией. Причём внимание акцентируется именно на последнем, так как ассоциации, закрепляемые посредством нативной, а не прямой рекламы более крепки, ввиду их большей имманентности для восприятия зрителя, что способствует их лучшему усвоению имплицитно. Это, таким образом, даёт нам основание считать такой вид интегрированных коммуникаций одним из наиболее действенных и лишённым негативных аспектов при контакте с аудиторией.

В качестве нестандартного примера применения интегрированных коммуникаций в массовой культуре можно привести способ, используемый частной компанией, занимающейся производством космической техники — Space X. Любой, кто знаком с этой компанией, знает также, кто её основал, потому как её имидж неразрывно связан с её руководителем — американским предпринимателем Илоном Маском, который по совместительству является также и основателем компании «Tesla», производящей электроавтомобили. Илон Маск известен в той же степени, в которой он связан с именами своих предприятий — любое из его действий может отразиться на стоимости их акций. Так

произошло неслучайно – Маск многократно становился героем различных фильмов и сериалов, появляясь в них на короткое время в роли самого себя – такая роль называется камео. Камео имеют точно такое же маркетинговое значение, как и продакт плэйсмент, с той лишь разницей, что они носят исключительно имиджевый характер – то есть, такой вид продвижения можно относить к нативной рекламе, выделяя его как одну из её разновидностей. Таким образом, при каждом появлении на экране в фильме или сериале, в ходе диалога с героем Маска, упоминалась его деятельность, что способствовало лучшей узнаваемости брендов, находящихся под его руководством, в частности, Space X. Такой способ интеграции маркетинговых коммуникаций возымел свой успех и на данный момент компании Tesla и Space X являются одними из наиболее узнаваемых во всём мире. Выводом из этого аргумента может служить то, что имидж руководителя компании может напрямую сказываться на имидже самой компании и понимание этого открывает множество новых путей для применения интегрированных коммуникаций, которые положительно сказываются на узнаваемости той или иной компании-представителя аэрокосмической сферы, что, в свою очередь, способствует её популяризации.

Специфика применения принципиально новых коммуникационных технологий авиакомпанией «Аэрофлот – российские авиалинии»

Катышева Д.Д., Колокина А.В.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Кушваха Х.Н.
МАИ, Москва
katyshevad@inbox.ru

Принципиально новые коммуникационные технологии – это процессы и методы взаимодействия с информацией, её распространения, которые осуществляются посредством использования возможностей сети Интернет, таких как электронная почта, видеоконференция, web-сайт, мобильная телефония, Skype, социальные сети и т.д. Это позволяет создать принципиально новый подход к распространению информации — передачу данных непосредственно между заинтересованными в них лицами.

В настоящее время новые информационно-коммуникационные технологии активно применяются в массово-коммуникативном пространстве практически любой организации. Авиационные кампании активно используют возможности, которые предоставляют новые коммуникационные технологии для взаимодействия на различных уровнях: компания – бизнес-партнеры; компания – целевая аудитория, компания – отдельный потребитель услуг.

Авиакомпания «Аэрофлот – российские авиалинии» использует коммуникационные технологии как инструмент, позволяющий привлечь к себе как можно больше клиентов, увеличить прибыль компании, а также повысить рейтинг и авторитет на рынке.

В частности, PR-служба авиакомпании применяет следующие коммуникационные технологии:

- Рекламные;
- PR-технологии;
- Маркетинговые;
- Интегрированные маркетинговые коммуникации;
- Digital-технологии и другие.

Авиакомпания «Аэрофлот – российские авиалинии» активно внедряет в свою деятельность новейшие коммуникационные технологии. Следовательно, это означает, что авиакомпания заботится о своем имидже и клиентах и использует последние современные достижения в области коммуникационных и digital-технологий.

Например, на период новогодних праздников 2020 года авиакомпания запустила телевизионную рекламу на «Первом канале». Она представляет собой анимированную новогоднюю заставку с поздравлением и указанием на то, что авиакомпания ПАО «Аэрофлот» является партнером программы. Рекламное сообщение отличается от традиционного тем, что выполнено с помощью специальных новейших компьютерных программ.

Также в официальном аккаунте Instagram авиакомпания приглашает подписчиков принять участие в конкурсе #ЕлкаПутешественница и выиграть 100 000 бонусных миль, которыми можно оплатить авиабилет. «Аэрофлот» предлагает нарядить елку в стиле авиации и путешествий, используя сувениры из поездок, а также украшения, символизирующие разные страны. Для участия в конкурсе необходимо выложить соответствующее фото с хэштегом #ЕлкаПутешественница_Аэрофлот. Применение такой PR-технологии позволяет авиакомпании повысить узнаваемость и оставаться «на слуху». Новизна данного подхода заключается в том, что конкурс проводится в социальной сети Instagram, что является применением новейших коммуникационных технологий.

Список литературы:

1. Сальникова Л. С. Современные коммуникационные технологии в бизнесе [Текст]: Учебник для студентов вузов / Л. С. Сальникова. – М.: Издательство «Аспект Пресс», 2015. – 296 с.

2. У вас дома уже стоит елка? Мы объявляем конкурс и предлагаем сделать новогоднюю красавицу особенной! [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.instagram.com/p/B6iKyNvIZgZ/ (дата обращения: 31.01.2020).

3. Официальный сайт авиакомпании ПАО «Аэрофлот – российские авиалинии». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.aeroflot.ru/ru-ru (дата обращения: 19.01.2020).

Особенности имиджевых и маркетинговых коммуникаций российских авиационных организаций в период экономических санкций

Кондратюк А.С.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Кушваха Х.Н.
МАИ, Москва
k.nastya.mai@mail.ru

В 2014 году правительство США выдвинуло экономические санкции против России в связи с присоединением Крыма и событиями на востоке Украины. Под давлением Американского руководства к этим санкциям присоединились страны Евросоюза, а также государства Большой семёрки и некоторые другие партнёры США и ЕС.

Российская Федерация была вынуждена вести определённую политику, направленную на поддержание и сохранение имиджа достойного государства на международной арене.

Внимание многих иностранных СМИ было приковано к России, зарубежными изданиями освещались все главные темы. Особое внимание уделялось российской авиации, военной и гражданской, как важной части мощи нашей страны.

Основной темой для обсуждения со стороны иностранных СМИ в период экономических санкций было крушение Boeing 777 Малазийских авиалиний в Донецкой области и его расследование с последующими обвинениями в адрес России. Зарубежные издания обозревали и сравнивали новые модели российских и американских военных самолётов, чему была посвящена значительная доля статей. Также одной из главных тем было прекращение действия дочерней компании Аэрофлота “Добролёт” из-за полётов в Крым и прогнозирование дальнейшей ситуации на российском небе.

В связи с этим, российские авиационные организации осуществили ряд действий, чтобы достойно ответить на предъявленные санкции. В ответ на требования американского руководства Объединённая авиастроительная корпорация предложила уменьшить обложение НДС отечественной продукции авиастроения и увеличить финансирование российских авиационных проектов. Отечественные СМИ своевременно публиковали правдивую и конструктивную информацию о новых технологиях и моделях летательных аппаратов, чем подчеркнули открытость российских авиационных организаций по отношению к зарубежным государствам. А отечественные авиакомпании вели рекламную и PR-политику, направленную на поддержание их имиджа и имиджа российской авиации в целом

Роль технологий Government Relations в развитии гражданской авиации Российской федерации

Маркина А.Д.
Научный руководитель — Гуляев В.В.
РАНХиГС, Москва
markina0807@gmail.com

Высокотехнологичная отрасль промышленности, к которой относится авиация, в России развивалась особым образом, потому как после развала СССР авиастроение было практически разрушено. В Советское время страна полностью обеспечивала внутренний рынок гражданской авиации, а также поставляла около 40% доли мирового рынка авиастроения. На сегодняшний день даже российский внутренний авиационный парк состоит на 90% из иностранных самолётов. Только с начала 2000-х годов отрасль авиастроения в России начала возрождаться. Авиастроение в Российской Федерации возможно только при условии комплексного взаимодействия с государственными органами, потому как отрасль требует крупных финансовых вложений на этапе разработки и производства самолётов. Развитие гражданского авиастроения на данный момент только набирает обороты относительно предыдущих успехов отрасли [Ульяшин В. Ю., 2011, с. 4].

При таких обстоятельствах только при полноценной поддержке государства возможно достаточное обеспечение разработки и продвижение воздушных судов на мировом рынке. Здесь Государство может предоставить различные виды поддержки развития гражданской авиации: финансовую, торгово-политическую, информационно-консультационную, промоционные меры и т.д.

Government Relations как наука очень похожа на связи с общественностью, за тем лишь исключением, что в GR в роли общества выступает государство. В Government Relations используется множество технологий из связей с общественностью, предполагающее собой использование средств массовой коммуникации, с помощью которых можно менять общественное мнение и убеждать государство в необходимости принятия нужного для отрасли решения.

Потенциал технологий Government Relations предприятий авиационной отрасли и государства в российских реалиях заключен в комплексном использовании интегрированных технологий: маркетинговых, коммуникативных, технологии принятия решений в совокупности с только появившимися GR в нашей стране, таких как проведение специальных секций на экономических форумах, привлечение консалтинговых агентств и других инструментов. Такой симбиоз придаёт диалогу отрасли и власти принцип открытости и системности, что является важнейшими показателями для такой наукоёмкой и ресурсозатратной индустрии [Фельдман М.А., 2008, с. 86].

Объединенная Авиастроительная Корпорация очень много внимания уделяет взаимодействию с органами государственной власти, используя Government Relations для развития гражданской авиации. Деятельность корпорации всецело поддерживает коммуникации отрасли с органам власти. Корпорация устанавливает взаимодействие с государством как на федеральном, так и на региональном уровне. Например, при разработке нового узкофюзеляжного самолёта МС-21 от местных властей корпорация получает максимальную поддержку от руководства области, в которой на Иркутском Авиационном заводе производится сборка самолётов МС-21: серийное производство самолётов – гарант социального и экономического региона [Стратегические цели ОАК до 2035 года и направления преобразований для их достижения, 2017, с. 2]. На государственном уровне, на котором выделяется финансирование проекта, корпорация также действует весьма успешно. После усиления западных санкций в отношении Российской Федерации, из государственного бюджета дополнительно выделяется финансирование проекта МС-21.

К началу 2020 года уже произведены два летных экземпляра лайнера МС-21, которые проходят летные испытания. Но сейчас наступает один из самых сложных этапов — ПАО «ОАК» необходимо начать заключать договора с авиакомпаниями в России и за рубежом

на поставку данного типа самолётов. Без поддержки государства, без его участия в переговорах и заявления в средствах массовой информации о том, что проект самолёта МС-21 будет успешен и будет как минимум не уступать, а в некоторых моментах и превосходить конкурентов.

В медиапространстве также максимально важно демонстрировать такое взаимодействие, имеющее двусторонний характер. Органам государственной власти имеет возможность продемонстрировать свое участие и роль в развитии гражданской авиации, тогда как такого рода патронаж способствует укреплению имиджа российской гражданской авиации среди общественности.

Список литературы:

1. Фельдман М.А. Проблема взаимоотношений государственной власти и военной промышленности России в начале XX века. Военно-исторический журнал. 2008. № 8. С. 86-88.

2. Ульяшин В. Ю. Основные направления конкурентоспособного развития российского авиастроения. Труды МАИ. № 48. 2011. URL: http://www.trudymai.ru/upload/iblock/c5a/osnovnye-napravleniya-konkurentosposobnogo-razvitiya-rossiyskogo-aviastroeniya.pdf (дата обращения: 19.02.2020)

3. Стратегические цели ОАК до 2035 года и направления преобразований для их достижения. ПАО «ОАК». 2016. URL: https://www.uacrussia.ru/upload/ОАК_Стратцели_2035.pdf (дата обращения: 19.02.2020).

Создание и развитие положительного имиджа современных российских авиационных компаний на примере авиакомпании ЮТэйр

Олейник И.В.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Кушваха Х.Н.
МАИ, Москва
iramurks@mail.ru

В современных условиях всё больше организаций осознают значение имиджа для осуществления успешной деятельности на рынке. В условиях рыночной экономики, любая организация приходит в соприкосновение с общественными кругами, среди которых деловые партнёры, представители СМИ, персонал, политические и финансовые институты, акционеры компании и, конечно же, клиенты. Для успешного функционирования такой сложной организационной системы, важно формировать и развивать внутренних и внешний имидж для того, чтобы построить в общественном сознании целостный образ организации, называемым корпоративным имиджем.

Под имиджем следует понимать целенаправленно формируемое представление об объекте реальности в потребительском сознании с целью повышения положительного отношения к данному объекту. Для целенаправленной работы по созданию и поддержанию позитивного имиджа компании, а также защиты от неблагоприятных внешних факторов, необходимо использование определённого набора инструментов и средств для каждой конкретной группы общественности. Условием эффективного использования инструментов формирования имиджа является их совместное применение, а не отдельных элементов, так как построить желаемый имидж можно только благодаря синергетическому эффекту.

Ребрендинг авиакомпании — это некий посыл пассажирам, что компания меняется и готова совершенствоваться, развивать свой сервис и нацелена на изменение своего образа, результатом чего становиться улучшение имиджа компании.

В ходе работы нами было выявлено, что ребрендигу авиакомпании предшествовало несколько факторов. Первой причиной изменения бренда послужила неблагоприятное информационное поле, которое окружало компанию, связанное с экономическим состоянием «ЮТэйр» и тот факт, что у общественности до ребрендинга складывалось впечатление, что компания находится на грани разорения. Второй причиной обновлений послужило моральное устаревание бренда, поэтому в компании решили обновить айдентику, а именно логотип, фирменный шрифт и ливреи самолётов. При этом упор делался на распространение среди

целевых аудиторий главных ценностей компании – простоты, прозрачности и доступности. Эти ценности акцентировались также в масштабной рекламной кампании, которая была запущена «ЮТэйр» с целью сильной эмоциональной привязки к бренду благодаря использованию привычных «родных» образов. Третей причиной ребрендинга послужил тот факт, что авиакомпании приходиться выживать в жесткой конкуренции и применять современных технологии, поэтому «ЮТэйр» сделали упор на модернизацию digital-каналов, усовершенствование сайта авиакомпании и мобильного приложения. Последней основной причиной обновления бренда стал тот факт, что компания ориентирована на выполнение новых задач, а именно на расширение географии полётов, открытие мини-хабов и расширение своего воздушного парка.

С целью анализа эффективности взаимодействия авиакомпании «ЮТэйр» с социальной средой, способствующего формированию позитивного имиджа было проведено социологическое исследование в форме опроса в электронном виде в онлайн-системе для создания опросов и анкет Survio. Анкета была разработана автором работы и состояла из 16 вопросов, которые были направлены на выявление степени эффективности работы над созданием и развитием положительного имиджа авиакомпании «ЮТэйр».

Опираясь на ответы социологического опроса, можно сделать вывод, что эффективность взаимодействия авиакомпании «ЮТэйр» с социальной средой, способствующего формированию позитивного имиджа недостаточно высока. В ходе анализа ответов социологического опроса, нами было выявлено, что большинство людей узнают о компании благодаря неформальным средствам коммуникации, а не от непосредственной коммуникации авиакомпании с аудиториями. Ещё одним фактом, подтверждающим данную мысль, является то, что респонденты очень низко оценили качество рекламы авиакомпании, а также большинство не знают о благотворительной деятельности и программах лояльности авиакомпании. Низкая осведомлённость была отмечена и в вопросе о ребрендинге «ЮТэйр», подавляющее большинство ни разу не слышали об обновлении бренда авиакомпании. Однако, среди положительных тенденций было выявлено, что респонденты всё-таки знакомы с главными ценностями авиакомпании после ребрендинга и ассоциируют компанию прежде всего с ними. Также был сделан вывод о том, что элементы внешнего имиджа авиакомпании оцениваются достаточно высоко, а общественность выбирает компанию исходя из её основных приоритетов – удобное время вылета и прилёта, удобный рейс без пересадок и лояльная цена на услуги авиакомпании.

Особенности мастер-классов, реализуемых на «Днях открытых дверей» для абитуриентов направления подготовки «Реклама и связи с общественностью»

Подлесная А.О.
Научный руководитель — профессор, д.фил.н. Уколова Л.Е.
МАИ, Москва
alina.podlesnaya.2012@mail.ru

В настоящее время для продвижения любого института или факультета, необходимы различные PR-инструменты. Одним из таких PR-инструментов является «День открытых дверей». Отличительная черта данного мероприятия заключается в том, чтобы продемонстрировать институт, показать его преимущества. Обычно во время «Дней открытых дверей» одним из эффективных способов распространения педагогического опыта, а также демонстрации работ студентов-призеров или победителей в конкурсах, проводимых в институте, являются мастер-классы. В современных условиях развития образовательной системы он позволяет раскрыть индивидуальность, творческий потенциал педагогов, продемонстрировать их достижения и новые возможности. Непосредственное общение педагогов с абитуриентами позволяет им поделиться своим «золотым запасом», показать насколько направление подготовки «Реклама и связи с общественностью в аэрокосмической отрасли» является уникальным и каким навыкам можно научиться, а также

продемонстрировать тот факт, что студенты, которые заканчивают данное направление подготовки работают как ведущие специалисты в авиационной и ракетной отраслях, занимают ключевые места в предприятиях авиационно-космической направленности.

Педагогов и студентов привлекает в мастер-классе то, что он дает возможность передать полную информацию о накопленном опыте, познакомится с будущими студентами, поделиться своими впечатлениями об институте.

Целью мастер-класса является ретрансляция уникального педагогического опыта, а также сформировать положительный имидж, показать преимущества обучения в институте иностранных языков, на направлении «Реклама и связи с общественностью в аэрокосмической отрасли» и в Московском Авиационном Институте в целом.

Основные задачи мастер-класса.

• Создание условий для профессионального общения, самореализации и стимулирования повышения интереса абитуриентов к направлению «Реклама и связи с общественностью»;

• Демонстрация богатого педагогического опыта.

Наиболее эффективным проведением мастер-класса для абитуриентов и их родителей является тот мастер класс, где преподаватель принимает участие вместе со студентами, которые уже обучаются по специальности «Реклама и связи с общественностью».

Примерный план проведения мастер-класса для абитуриентов на направлении подготовки «Реклама и связи с общественностью»:

– вступительная часть, где руководителем мастер-класса даются необходимые целевые установки, раскрывается содержание занятия в целом и его отдельных составных частей;

– основная демонстрационная часть, где преподаватель и студенты знакомят абитуриентов с направлением подготовки «Реклама и связи с общественностью» и рассказывают про преимущества обучения на данном направлении;

– обсуждение занятия самими абитуриентами мастер-класса, а именно дискуссия по методу «вопрос-ответ»;

– подведение итогов руководителем мастер-класса.

Основные преимущества мастер-класса в рамках "Дней открытых дверей" на направлении подготовки "Реклама и связи с общественностью" – привлечение интереса абитуриентов и их родителей к обучению в Московском Авиационном Институте, в институте иностранных языков и на направлении подготовки «Реклама и связи с общественностью в аэрокосмической отрасли".

Основные формы проведения мастер-классов в рамках «Дней открытых дверей»: обмен опытом, идеями, презентация, где отображены основные аспекты обучения на направлении подготовки "Реклама и связи с общественностью".

Алгоритм проведения мастер-класса на направлении подготовки «Реклама и связи с общественностью» состоит из двух этапов.

Первый этап – рассказ преподавателя и студента про направление подготовки и далее этап «вопрос-ответ», где абитуриенты отвечают на возникшие или интересующие вопросы преподавателю и студенту.

Второй этап – кульминация мастер-класса, подведение итогов, приглашение на другие мастер-классы в рамках «Дней открытых дверей».

Список литературы:

1. Вариативность традиционных и инновационных PR-технологий, применяемых при продвижении имиджа учреждения культуры. Патюкова Р.В. В сборнике: Кросс-культурное пространство литературной и массовой коммуникации — 6 Материалы Международной научной конференции. 2018. С. 326-330.

2. Научно-практическая конференция "Подготовка специалистов по связям с общественностью в технических вузах", Тамбов, 07-08 октября 2003 г.

3. PR-инструментарий в продвижении культурного продукта. Белова Д.С., Галимуллина Н.М. В сборнике: Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития. Материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников: в 3 частях. 2017. С. 127-129.

Влияние средств массовых коммуникаций на формирование мифов о космическом пространстве

Скорик А.В., Анненкова А.И.
Научный руководитель — профессор, д.и.н. Назаров А.Д.
МАИ, Москва
skoriknastya14@gmail.com

Мы живём в то время, когда СМИ способны использовать достаточно широкий, разнообразный набор различных методов влияния на общественное сознание, что стало уже обычной практикой. [1, с. 230-233] Среди подобных методов можно выделить: средства эмоционального воздействия (к примеру, сенсационность, медиа-насилие, метод запугивания); изменение коммуникативно-содержательной стороны информации (искажение информации, манипуляция со временем и местом её подачи, мистификация); лингвистические приемы (фрагментация, упрощение, повторение, метафоризация и др.).

Одним из наиболее древнейшим и эффективным методом воздействия на сознание людей являлась раньше, и остаётся таковой на сегодняшний день, мифологизация – что понимается, как целенаправленное внедрение в общественное сознание различных мифов (небылиц, историй) – художественного образа (иллюзий) действительности, искажающих реальность, в частности, мы хотели бы затронуть мифы, касающиеся космоса. Сегодня, человек, как правило, считает себя существом рациональным, разумным. Он убежден, что его жизнь крайне далека от влияния различных мифов, что он способен отличить реальность от лжи (мифа). Однако, чаще всего, это является заблуждением (и человеческим нежеланием признавать, что он не на все 100% рационален), поэтому стоит отметить, что практически все наши взгляды об окружающем мире носят мифологический характер в той или иной мере. Так, проф. С. Г. Кара-Мурза, описывая принцип действия мифа на сознание людей, писал: «введенный в сознание людей и глубоко там укрепившийся, миф способен длительное время (при наличии определенных предпосылок) подменять собой реальность. В результате реципиент воспринимает её в соответствии с трактовкой мифа и действует, исходя из этого восприятия. Миф <…> снимает с реципиента необходимость напряженно думать и осмысливать мир вокруг себя. Человеку уже не нужно познавать мир – он берет готовую заготовку, миф и о мире» [2, с. 196].

Сегодня технологический прогресс заходит все дальше и дальше, развиваясь, множество разработок, нужных для изучения космоса, осуществляются полёты в космос, высадка на луну и даже идёт планирование о путешествиях людей на такую планету, как Марс, но несмотря на всё это, наша безграничная, необъятная вселенная практически не изучена, поэтому с ней связана большое количество различных (порой абсурдных) мифов и всевозможных заблуждений. Потому что людям свойственно приписывать тому, тут они не понимают или не могут объяснить, не могут изучить до конца, специфичные, порой даже абсурдные черты (или придумывать истории, искажающие действительность – небылицы). В качестве примера, многие до сих пор думают, что черные дыры — это огромные космические «пылесосы», способные затягивать все вокруг, или, что совсем скоро люди смогут общаться с инопланетянами, что иногда приобретает фейковый, неразумный и порой даже нелепый характер, а это даже не тысячная часть того, какие истории витают в нынешнем медиа-пространстве.[3] Средства массовой информации (СМИ) очень даже поощряют придумывание и распространение мифов о космосе, сами иногда становясь "распространителями заразы", что влияет на сознание людей, заставляя их верить в эти истории.

Цель данной работы заключается в оценке и демонстрировании влияния средств массовой коммуникации на формирование мифов о космическом пространстве, в частности о сообщении и тиражировании в мировых СМИ, мифа о создании в структуре ООН подразделения ответственного за контакты с внеземными цивилизациями, что, как выяснилось, не соответствовало действительности, а произошло из-за недопонимания нескольких людей друг друга.

Также, в данной работе будут затронуты мифы о черных дырах и о загадочной планете, «движущейся на Землю ради её уничтожения» – Нибиру.

Список литературы:

1. Гаврилов А. А. Средства массовой информации и современные мифы: к вопросу об основании социально-политического мифотворчества // Молодой ученый. 2012. №11. С. 230-233.

2. Кара-Мурза С. Г. Манипуляция сознанием-2. – М.: Эксмо: Алгоритм, 2009. – 528 с.

3. Прокофьева С. (2010) ООН подошлет к инопланетянам женщину// Сайт Утро.ру https://utro.ru/articles/2010/09/27/925127.shtml

Особенности PR-деятельности холдинга «Вертолёты России» в условиях санкций

Соломенцева К.М.

Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Кушваха Х.Н.

МАИ, Москва

pyosko@mail.ru

Значение PR как инструмента деятельности в современных условиях возрастает. Оценивая способности PR, следует признать, что современные компании не всегда обладают достаточными знаниями и пониманием того, как правильно следует использовать PR средства в условиях санкций. Более того, труднее проводить оценку эффективности PR-деятельности, так как требуется координация действий от начала как действий санкций, так и действий самой компании.

Исследования PR – деятельности авиационных компаний в современном мировом пространстве необходимы для сохранения ниши на международном рынке в условиях санкций.

Объектом исследования является холдинг «Вертолёты России».

Предметом исследования – особенности реализации PR-деятельности организации в современных условиях.

Цель: оценить эффективность деятельности холдинга «Вертолёты России» в условиях санкций.

Холдинг «Вертолёты России» в условиях санкций испытывает на себе в полной мере всю тяжесть ограничения действий на международном пространстве. Это отражается в отказе зарубежных компаний от сотрудничества с холдингом и покупке новых вертолётов, продажах доли компании, невозможности участвовать в престижных авиасалонах, снижении уровня технического обслуживания ранее проданной техники за рубежом и так далее.

PR – деятельность холдинга направлена на сохранение бизнес – партнеров и ранее завоеванного положения на международном рынке, а также для реализации продукции компании в полном объёме. Для этого PR – служба активно использует всевозможные PR – инструменты для

поддержания и развития деятельности компании в условиях санкций, её имиджа на международной арене.

Проведённый анализ за период с 2018 года до начала 2020 года позволяет утверждать, что в качестве PR – инструментов пресс – служба холдинга «Вертолёты России» использует завоевание целевой аудитории с помощью участия в выставках внутри страны и в азиатском регионе; партнерство в конкурсах, где компания позиционирует себя как ответственная и перспективная; устраивает демо-туры авиационной техники, тем самым показывая высокие конкурентные преимущества своей продукции и оборудования.

Одним из главных инструментов для PR-продвижения является взаимодействие со СМИ, и холдинг «Вертолёты России» работает с такими СМИ как «Ведомости», «РБК», «ТАСС», «Интерфакс», регулярно и систематически публикуя сообщения о своих достижениях в области вертолётостроения. Сотрудничество с данными СМИ позволяет держать двустороннюю связь с целевой аудиторией, с помощью упоминаний распространять информацию среди бизнес-партнеров и контрагентов для поддержания внимания к компании.

Анализ PR – деятельности холдинга «Вертолёты России» даёт возможность описать, как используются PR – технологии до и после вступления в силу санкций, определить какая информация, интересна целевой аудитории; как лучше проводить пресс – конференции; каких экспертов стоит привлекать. А так же у авиационных компаний появится схема работы в условиях санкций.

В докладе будут освещены следующие действия по борьбе с санкциями: интервью как способ повышения репутации компании; распространение пресс-релизов; инициация спонсирования анализа рисков компании; проведение пресс-конференций; размещение материалов в соцсетях. Тесное взаимодействие со средствами массовой коммуникации, использование таких PR-инструментов как социальные медиа, блогосфера

PR-служба холдинга «Вертолёты России» успешно преодолевает трудности, возникшие в связи с введением санкций.

Наружная реклама как инструмент взаимодействия с клиентами российских авиакомпаний (на примере авиакомпании S7 Airlines)

Чуйкина М.К.
Научный руководитель — профессор, д.и.н. Назаров А.Д.
МАИ, Москва
chuykina_maria@mail.ru

В настоящее время существует огромное количество способов привлечения новых клиентов и повышения уровня имиджа компании перед постоянными клиентами. Наружная реклама является одним их таких способов. Она представляет собой большое количество форм, видов и площадок для размещения и используется для представления актуальной информации компании на улицах всех городов.

Такой инструмент рекламы широко используется организациями авиационной отрасли, поскольку наружная реклама позволяет им найти новых клиентов и завязать с ними выгодные долгосрочные отношения. Наружная реклама воздействуют на потенциального клиента в любое время, человек видит рекламные объявления и обращает на них внимание. Аудитория, которая обращает внимание на наружную рекламу очень внушительная, поэтому эффективность такой рекламы очень высокая.

Одной из крупных авиакомпаний, которая использует в своей деятельности такой инструмент является S7 Airlines. Большое внимание авиакомпания уделяет баннерной рекламе. Особенно это было заметно в период перехода от старого бренда «Сибирь» к новому – «S7 Airlines».

Рекламные баннеры являются одной из наиболее популярных форм визуальной рекламы. Это быстрый, эффективный и дешевый способ информирования клиентов.

По результатам анализа элементов баннерной рекламы S7 Airlines в период ребрендинга, можно сделать вывод, что авиакомпания создала массированный охват, который позволил донести рекламное сообщение до постоянных, а также потенциальных клиентов авиакомпании, а именно идею о переходе на новый яркий имидж S7 Airlines. В период проведения рекламной кампании баннерная реклама была размещена более чем в 20 региональных городах. Цветовая концепция баннеров S7 Airlines включала свежие яркие цвета. Ключевым элементом использования баннерной рекламы в период ребрендинга компании являлось переключение внимания клиентов не просто на новый имидж, а именно на новый бренд.

Главной идеей рекламных баннеров стала фраза «Свобода выбирать», которая также описывает ценности бренда. S7 Airlines предоставляет пассажирам свободу во всех проявлениях: путешествие, работа, отдых. Идея «свобода выбирать» — это невербальное общение с аудиторией, то есть на уровне эмоций, так как на баннерах все герои рекламной кампании запечатлены в прыжке, который переходит в полёт и передает ощущения радости, счастья и свободы, то есть причин, по которым люди путешествуют.

Как показывают сводные данные за 2005, 2006 и 2007 годы многие показатели авиакомпании возросли. Так, в 2005 году авиакомпанией было выполнено свыше 32 тысяч рейсов, а в 2007 году показатели увеличились до 47,5 тысяч рейсов. Число перевозимых пассажиров в 2005 году составляло более 4,7 миллионов, в то время как в 2007 году S7 Airlines перевезли 5,7 миллионов пассажиров. По данным авиакомпании “Сибирь” в 2007 году выручка от реализации услуг составляла 32 миллиарда 118 миллионов рублей, что на 25% больше, чем в 2006 году.

Таким образом, анализ баннерной рекламы позволяет сделать вывод, что масштабное использование данного инструмента рекламы в период перехода к новому бренду S7 Airlines способствовало увеличению пассажиропотока авиакомпании, а также возрастанию интереса постоянных и потенциальных клиентов к бренду S7 Airlines.

Список литературы:

1. Петюшкин А.В. Основы баннерной рекламы. Издательство БХВ-Петербург, 2002 год.

2. Ищенко И.С. Городская наружная реклама и контроль за её состоянием: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Гор. стр-во и хоз-во" / М.: Аир-Арт, 2003 год.

3. Матанцев, А.Н. Эффективность рекламы / М.: Издательство «Фин-пресс», 2002 год.

4. Пищерская Е.Н. Статья “Роль вербальных и визуальных компонентов баннерной рекламы в реализации стратегии убеждения” [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-verbalnyh-i-vizualnyh-komponentov-bannernoy-reklamy-v-realizatsii-strategii-ubezhdeniya/viewer

5. Бахтиарова А.А. Светодиодная наружная реклама: понятие, характеристика, основные достоинства / В сборнике: Экономика, политика, право: актуальные вопросы, тенденции и перспективы развития. 2019 год.

6. Официальный сайт авиакомпании S7 Airlines. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.s7.ru/ru/

7. Информационно-аналитическое агентство "Авиапорт". [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.aviaport.ru/

Особенности применения интегрированных маркетинговых коммуникаций для продвижения продукции аэрокосмической отрасли на выставках (на примере Международного авиационно-космического салона «МАКС»)

Юрчекно И.А.

Научный руководитель — Алехина О.А.

МАИ, Москва

onlyshe96@yandex.ru

На сегодняшний день выставки занимают важное место в маркетинговой деятельности любой организации. Они являются отличным примером интегрированного использования маркетинговых коммуникаций, объединяя в себе основные элементы ИМК, такие как реклама, связи с общественностью, стимулирование сбыта, личные продажи, прямой маркетинг, гифт-маркетинг, спонсорство, ивент-маркетинг. Выстраивая выставочные коммуникации, предприятия увеличивают эффективность своей деятельности в целом.

Такой инструмент широко используется организациями аэрокосмической отрасли, поскольку участие в выставках и авиашоу позволяет им найти новых партнеров для бизнеса, завязать выгодные долгосрочные отношения с клиентами, провести исследования рынка, повысить имидж предприятия и даже отрасли.

Одним из важнейших мероприятий для организаций аэрокосмической сферы в России является Международный авиационнно-космический салон «МАКС», который проводится с 1993 года и имеет своей главной целью демонстрацию отечественных достижений в авиации и заключение контрактов. Высокий уровень организации данного мероприятия гарантируется патронажем Президента РФ, который участвует в каждом мероприятии совместно с лидерами стран-партнеров. Организаторами выставки являются Минпромторг РФ и ГК «Ростех»,

обеспечивает проведение ОАО «Авиасалон». В мероприятии принимают участие российские и зарубежные экспоненты и гости – АО «Вертолёты России», АО «Гражданские самолёты Сухого», АО «ОКБ «Аэрокосмические системы», АО «РСК «МиГ», Госкорпорация «Роскосмос», Московский авиационный институт, компании AIRBUS и BOEING и т.д.

По результатам анализа элементов интегрированных маркетинговых коммуникаций в период проведения авиасалона можно сделать вывод, что на рынке B2B ключевым элементом ИМК являются личные продажи, связи с общественностью, стимулирование сбыта и реклама. В период проведения салона «МАКС» организации используют следующие элементы:

1) Личные продажи. В 2015 году 28 стран подписали контракты на 350 млрд. рублей, в 2019 году 31 страна подписала контракты на 559 млрд. рублей.

2) Связи с общественностью и медиарилейшнз. В 2015 году мероприятие посетили 4 тыс. журналистов, в 2019 году – более 5 тыс. Преобладает положительная тональность публикаций.

3) Реклама и гифт-маркетинг. Во время выставки используются рекламные материалы: различные носители, модели и макеты. Изготавливается подарочная рекламная продукция, которая вручается каждому участнику салона.

4) Ивент-маркетинг. В 2019 году на мероприятии состоялись премьерные показы лайнера МС-21-300, Airbus A350-900, бизнес-джета Pilatus PC -24 и легкого самолёта Piter M500. Состоялась демонстрация авиационной техники на статической стоянке (истребитель Су-57Э, вертолёт «Ансат», беспилотник «Орион-2», самолёт-заправщик Ил-78М-90А) и в летном показе (вертолёт Ка-62, совместный полёт двух беспилотных ЛА и пилотируемого воздушного судна). Впервые был организован раздел Future Hub, посвященный научным достижениям молодых ученых и инженеров.

5) Спонсорство. Спонсорами мероприятия выступили ПАО «Промсвязьбанк», АО «Вертолёты России», АО «Рособоронэкспорт», ПАО Сбербанк, «Роснефть-Аэро» и другие.

Как показывают сводные данные за 2015, 2017 и 2019 годы многие показатели возросли. Так, число посетителей в 2015 году составило 404 тысячи человек. А в 2019 уже превысило 578 тысяч. Среди них – специалисты отраслевых организаций, представители органов государственной власти и инвесторов, ученые, студенты и школьники. Число зарубежных компаний увеличилось со 160 до 184, официальных делегаций – с 103 до 120, а контракты и деловой потенциал составили 559 млрд. рублей в сравнении с 350 млрд. в 2015 году. Все это позволило представить продукцию аэрокосмической отрасли широкой общественности, обеспечить экспонентам вход на новый территориальный рынок.

Таким образом, анализ выставочной деятельности и элементов ИМК позволяет сделать вывод, что участие в Международном авиационно-космическом салоне способствует достижению маркетинговых целей компаний-участников, соответственно, интерес российских и иностранных организаций к авиасалону «МАКС» постоянно растет.

Список литературы:

1. Гусев Э.Б., Прокудин В.А., Салащенко А.Г. Выставочная деятельность в России и за рубежом: Учебное пособие / Под ред. РАН Н.П. Лаверова. М.: «Дашков и К», 2004.

2. Джефкинс Ф., Ядин Д. Паблик рилейшнз: Учеб. пособие для вузов/Пер. с англ. под ред. Б.Л. Еремина. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.

3. Нагаев Ю.А. МАКС в России. От «Мосаэрошоу-92» до ТВК «России». М.: ООО «Арт Партия», 2009.

4. Официальный сайт Международного авиационно-космического салона «МАКС» [Электронный ресурс] // точка доступа: https://aviasalon.com/ru/maks-history

5. Ромат Е.В. Маркетинговые коммуникации. Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. Санкт-Петербург: Издательство «Питер», 2018.

6. Шарков Ф.И. Выставочный коммуникационный менеджмент (управление выставочными коммуникациями). М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2006

Секция №9.9 Международные проблемы энергосбережения и повышения энергоэффективности

О состоянии и проблемах стандартизации энергетического менеджмента на российских предприятиях

Агарков М.А., Лейфер Б.К.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Савчук Р.Р.
РУТ (МИИТ), Москва
agarkov.maksim.aleks@mail.ru

Проблема эффективного использования всех видов ресурсов – одна из самых насущных задач нашей промышленности. В решении этой проблемы может существенно помочь внедрение системы энергоменеджмента. [1, 2, 3]

Разработка системы энергоменеджмента была начата с 2008 года Международной организацией по стандартизации (ISO 50001 (Система энергоменеджмента – Требования с руководством по эксплуатации).

Цель нового стандарта — предоставление предприятиям руководства по оптимизации процесса потребления энергоресурсов и системному управлению этими процессами. За его основу были взяты американский стандарт ANSI/MSE 2000:2005, корейский стандарт KS A 4000:2007 и стандарты ряда европейских стран в области энергоменеджмента.

EN 16001:2009 дает возможность осуществлять действия и процедуры по энергосбережению, но не дает подетального и досконального руководства того, что должен делать менеджер на практике. Достоинством стандарта ISO 50001 является его совместимость с действующими стандартами других систем менеджмента, в частности: ISO 9001 и ISO 14001.

Центральным элементом системы энергоменеджмента, согласно EN 16001:2009 и ISO/DIS 50001 является энергополитика предприятия, которую определяет и документирует топ-менеджмент предприятия.

Проект ISO/DIS 50001 отличается от стандарта EN 16001:2009 переходом от категорий «энергоаспект», «существенный энергоаспект» и реестр энергоаспектов к понятию «энергопрофиль организации».

Согласно EN 16001:2009, также, как и в австралийской системе энергоменеджмента модифицированной версии ISO 14000 plus, предприятие должно идентифицировать и документировать свои энергоаспекты в приоритетном порядке.

При создании энергопрофиля предприятия, необходимо идентифицировать прошлые и текущие расходы энергии в ходе так называемой «базовой оценки» по результатам которой предприятию необходимо идентифицировать свои основные фонды, процессы и персонал, которые участвуют в энергопотреблении; установить индикаторы энергоэффективности (EPI) и возможность улучшения энергопараметров.

Существует два варианта применения ISO 50001 в России: прямое применение (без ГОСТ Р) и косвенное применение (через ГОСТ Р).

Российские предприятия вынуждены разрабатывать и внедрять собственные стандарты, регламентирующие деятельность всех составляющих системы и их взаимодействия.

Крупнейшие компании страны в настоящее время реализуют проекты по внедрению системы энергетического менеджмента на основе требований международного стандарта ISO 50001:2011 (ГОСТ Р ИСО 50001-2012). [12]

Список литературы:

1. Антомошкин А.Ю. Опыт внедрения системы энергоменеджмента по методологии ЮНИДО в России. Литье и металлургия. № 4 (89) 2017. С.-143-147

2. Горбунова В.С., Пузина Е.Ю. Эффективность внедрения системы энергоменеджента в промышленных компаниях России. Транспортные системы и технологии. №1 2018. С. 119-137.
3. Гуревич В., Примакова И. Интеграция энергоменеджмента в практик управления организацией. Наука и инновации. №12 (26) 2013. С. 5-7.
4. ГОСТ Р ИСО 19011–2003 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента. — [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://base.consultant.ru/cons/CGI/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=335887 (дата обращения: 26.09.2019)
5. Елисеев А.Н., Рогов А.А. Обеспечение качества строительства и реконструкции автомобильных дорог в проектах государственно-частного партнёрства. В сборнике: Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки Материалы Всероссийской конференции с международным участием. 2017. С. 277-282.
6. ISO 17021 Оценка соответствия. Требования к органам сертификации систем менеджмента. – М.: ЗАО «Технорматив», 2007. – 25 с.
7. ГОСТ Р 40.003–2008 Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Порядок сертификации систем менеджмента качества на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001–2008 (ИСО 9001:2008). — М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2009. – 61 с.
8. Лялин А.М., Пфайфер Н.В. Стандартизация энергетического менеджмента в России. // Вестник университета, № 9, 2015 г. С. 197-202
9. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://gisee.ru/law/international/47502/ (дата обращения: 16.10.2019)
10. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 26.07.2019) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации", ст. 2
12. Стандарт ISO 50001:2011 Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. – М.: Стандартинформ, 2012. – 52 с.
13. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности – Опыт российских компаний по внедрению энергоменеджмента- [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://gisee.ru/articles/energy_management/59822/ (дата обращения: 16.10.2019)

Энергосберегающие технологии — залог успешного развития экономики

Акимова П.У., Бабченко А.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
Polina_Akimova_@outlook.com

Речь идет о энергоресурсах, стоимость потребления которых достаточно высока. С проблемой энергосбережения постоянно сталкиваются крупные и мелкие предприятия, частные компании, индивидуальные потребители. Действия по разработке комплекса мер по снижению данного типа затрат привел к положительному результату: новые энергосберегающие технологии для дома и промышленности сегодня являются проектом будущего. Природный потенциал не безграничен, как уже смогло убедиться население планеты. Повышение эффективности использования энергетических ресурсов способствует как раз снижению воздействия человека на окружающую среду и природные ресурсы. Современные энергоресурсы базируются, прежде всего, на добыче и переработке в топливо природных полезных ископаемых – нефти, газа, угля. Весь процесс от добычи до сжигания их для выработки энергии очень отрицательно воздействует на окружающую среду, на экологию, на нашу планету и в конце концов на наше здоровье. Даже самая богатая на природные ресурсы страна, такая как наша, не сможет похвастаться безграничным их запасом. Отсюда и

повышение интереса к использованию энергоэффективных технологий повсеместно – и в домах, и в промышленности.

Использовать энергосберегающие технологии в промышленности – значит существенно повысить потенциал предприятия и за счет снижения риска возникновения аварийных ситуаций, и за счет использования современного оборудования и оптимизации процессов производства. Очевидны преимущества и с финансовой стороны. Энергоэффективные технологии на производстве позволяют руководству не прибегать к таким мерам экономии электроэнергии как сокращение времени освещения рабочих мест и постоянное наблюдение за уменьшением энергопотребления. Уже сегодня становится ясно, что современные эффективные технологии ждет перспективное будущее. По подсчетам специалистов, стоимость обычного энергетического двигателя на производстве составляет лишь пятую часть стоимости потребляемой им электроэнергии. Этот фактор и заставляет задумываться об оптимизации производственного оборудования, основанного на электроприводных двигателях. В странах западной Европы уже давно применение энергоэффективных технологий экономят собственникам предприятий от 30 до 40% энергоресурсов. У нас энергосберегающие технологии в промышленности также уже доказали свою эффективность и право на постоянное использование, тем самым повышая конкурентоспособность любой компании за счет немаловажного фактора – уменьшения издержек. Принцип западноевропейских стран основан на утверждении: экономия – это наш заработок! И в его реализации им помогли энергосберегающие технологии.

На производстве энергоэффективные технологии незаменимы для тех приборов, которые определенный промежуток времени функционируют с пониженной мощностью. Это насосные установки, вентиляторы, конвейеры. За счет уменьшения потребления электроэнергии ими можно повысить ресурс производительности механических приборов, а это также является большим преимуществом. Эти технологии могут быть внедрены абсолютно на любых предприятиях в различных сферах, на которых нерациональное использование и необоснованно большой расход электроэнергии основаны на слишком изношенном, морально и физически устаревшем оборудовании.

Технология будущего: возобновляемый источник питьевой воды

Алавердян Ю.А.
МАИ, Москва
yura_alaverdyan00@mail.ru

Следы хлора, хрома 6, рецепты, свинец и кто знает, что ещё протекает через коммунальные поставки. Благодаря новым технологиям, которые производят воду из возобновляемых источников, она очищается и в дополнении к этому минерализируется кальцием и магнием.

Обратный осмос и фильтрация тратят воду, чтобы сделать её пригодной для питья — это нерациональное использование воды.

Замена бутилированной воды, следовательно, загрязнение мира пластиковыми бутылками существенно сократиться, что является огромным плюсом в рамках решения глобальной проблемы.

К примеру, источник SOURCE использует неограниченное количество водяного пара в воздухе, используя солнечный свет для возобновляемого снабжения питьевой водой. SOURCE — это вода, которую вы чувствуете себя хорошо, выпивая без траты бутилированной или отфильтрованной воды. Массив SOURCE для домашних хозяйств компенсирует эквивалент более 100 000 пластиковых бутылок в течение 15 лет и тратит впустую воду.

Подключенный источник, позволяет оптимизировать производительность и качество. Вы увидите, сколько воды вы производите и потребляете, какое солнце и влажность ожидаются в ближайшие дни, а также активный зеленый световой сигнал о том, что ИСТОЧНИК

поддерживает вашу воду безопасной. Данная технология работает при любой погоде. Будь то сухо, то влажно.

Используя передовые технологии захвата воды, стандартный массив SOURCE заменяет более двенадцати упаковок бутилированной воды в солнечный день.

Панели SOURCE, работающие на солнечной энергии, обеспечивают неиссякаемый запас пресной воды в атмосфере, устраняя пластичные или водные отходы.

Проблема отсутствия надлежащего контроля за энергосберегающими мероприятиями

Алешинский Е.В.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
egor.aleshinskiy@yandex.ru

Проблема энергосбережения является важной проблемой во всем мире как с экологической точки зрения из-за быстрой истощаемости природных ресурсов, так и с экономической и финансовой точек зрения. Однако добиться четкого и единого контроля за энергоэффективностью могут лишь государства, в которых аспекты энергосберегающих мероприятий четко закреплены в законодательстве и их несоблюдение несет за собой ответственность. Система мониторинга и информационного сопровождения проектов и программ повышения энергоэффективности почти отсутствует. Добиться контроля за энергоэффективностью предприятия можно несколькими способами. Внедрение новых технологий на производстве и в жизни частных лиц является важным шагом для повышения энергетической эффективности. Также вмешательство на правовом уровне в работу законодательства страны может значительно снизить потребляемые энергетические ресурсы предприятия. Данные способы могут работать как обособленно, так и единовременно. Для контроля за энергетическими ресурсами 23.11.2009 был принят Федеральный закон "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации", но этого недостаточно для осуществления необходимого контроля за энергоэффективностью. Одной из главных проблем государственной политике в области энергосбережения является недостаток контроля в период постройки и сдачи зданий в эксплуатацию, так как контроль осуществляется только на стадии утверждения договора. Данные приборов учёта затрат энергетических ресурсов, передаваемые в государственные организации для проверки и анализа в области энергоэффективности помогли бы государству или её субъектам понимать реальную обстановку в работе здания с точки зрения энергоэффективности. Введение соответствующих поощрительных или в свою очередь штрафных санкций поможет государству влиять на грамотное распределение энергетических ресурсов как юридических, так и физических лиц. Существует ещё множество аспектов и нюансов за которыми необходим контроль для получения необходимых значений энергоэффективности.

Использование альтернативных материалов для солнечных батарей

Артамонов Д.В., Гета О.А.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Неверова Н.В.
МАИ, Москва
qwerty12345678123456@yandex.ru

We are all used to using organic fuels as energy sources – coal, gas, and oil. However, their reserves in nature are known to be limited. The development of technologies does not stand still and therefore people are more and more eager to preserve the environment every year. This leads to research on more efficient or, in other words, rational use of energy resources. Therefore, alternative energy sources are actively gaining popularity these days.

When studying different points of view, it is possible to identify several of the most promising and applied technologies in life that are based on the use of renewable resources and replace classical energy sources. Select 3 groups:

1. Wind farm
2. Traditional hydroelectric power stations, tidal and wave power plants
3. Solar power plant

The use of the first group of technologies has a big drawback due to the instability of wind flows in most of the earth's territory.

Traditional hydroelectric power stations, tidal and wave power plants require considerable resources, usually occupy a large area and can also be used not everywhere.

The use of solar panels is the pays off quickly source of energy, in addition, power plants based on them are easy to build. The production of photovoltaic cells and solar collectors is developing in different directions. Solar panels come in various sizes, from those built into microcalculators to those that occupy the roofs of cars and buildings.

However, the very production of materials from which solar panels are made is expensive, toxic, and requires a large expenditure of resources and energy. Scientists from all over the world are trying to solve this problem and are therefore considering alternative materials for the frame and the solar cells themselves. These studies confirm that we live in a time when energy production is undergoing huge changes. The importance of improving energy efficiency, preserving the environment, developing new materials, and funding work to improve alternative energy sources is now recognized around the world.

Система хранения электротепловой энергии

Батраченко А.В.
МАИ, Москва
exxgm88@gmail.com

Основная проблема заключается в нестабильности сети при использовании прерывистых источников энергии. Когда эти природные ресурсы колеблются, дорогостоящие капитальные вложения простаивают или должны функционировать таким образом, что это наносит ущерб и сокращает срок службы активов.

Решение данной проблемы: возможность хранить энергию в энергосистеме по низким ценам в течение длительного времени

Когда солнечные батареи, ветряные турбины и ископаемые растения заняты производством энергии, хранение этой энергии для последующего использования стало ключевой проблемой для сетевых операторов во всем мире. Решение Мальты смягчает влияние ветра и солнечной энергии, улучшая согласование выработки и спроса, и в то же время устраняет узкие места в системах распределения и передачи.

Мальтийская система накопления энергии принимает электричество, преобразует и хранит это электричество в виде тепла, а затем преобразует его обратно в электричество, которое будет перераспределено по электрической сети. В режиме заряда система работает как тепловой насос, накапливая электричество в виде тепла в расплавленной соли. В режиме разрядки, система работает как тепловой двигатель с помощью хранения тепла для того, чтобы произвести электричество.

1) Сбор энергии производится из ветровых, солнечных или ископаемых генераторов в сети в качестве электрической энергии и направляется в систему хранения энергии Мальты;

2) Преобразует электричество, приводит в действие тепловой насос, который преобразует электрическую энергию в тепловую энергию, создавая разницу температур;

3) Разница температур преобразуется обратно в электрическую энергию с помощью теплового двигателя;

4) Распределяет электричество и отправляется обратно в сеть, когда это необходимо.

Особенности энергосбережения в добывающей отрасли

Безобразова Е.А., Томилова В.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Зубеева Е.В.
МАИ, Москва
kate_hoffman@mail.ru

К высоким издержкам общества на энергообеспечение приводит невысокая энергоэффективность экономики государства. Это способствует нарушению стабильного энергосбережения, затрудняет сохранение энергобезопасности. Значимую роль имеет проблема разумного использования энергетических ресурсов у пользователей, самым большим из которых является промышленность.

Обрабатывающая промышленность выступает как крупнейший потребитель в Российской Федерации, при общем потреблении энергии в объеме 125-130 млн. т. н. э. Около 30% конечного потребления энергии приходится на её долю, что является 15-18% использования первичной энергии. До 70% потенциала энергосбережения находится в наиболее энергоемких отраслях, таких как:

1) отрасли с самыми высокими абсолютными показателями использования топливно-энергетических ресурсов: металлургическая промышленность, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность;

2) отрасли с высокой долей расходов на топливо и энергию в издержках производства: промышленность строительных материалов, целлюлозно-бумажная промышленность, легкая промышленность и машиностроение.

Вопреки значимости промышленного сектора с позиции достижения целевых показателей энергосбережения и повышения энергоэффективности экономики государства, промышленность представляется сектором экономики, где степень государственной политики, направленной на улучшение энергетической эффективности, весьма ограничены. На самом деле, они касаются проведения обязательных энергетических обследований, установление системы мониторинга энергетической эффективности и государственных мер поддержки.

Экологические проблемы — развитие энергоэффективности

Ванесян О.Г.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарёва М.Б.
МАИ, Москва
Vanesyan_00@list.ru

Нерациональное использование энергоресурсов человечество приблизилось к глобальному кризису: Загрязнение рек, болезни, вырубка лесов и тд.

Я считаю, что если мы и дальше будем так продолжать, то через 50-60 лет мы израсходуем весь запас природных ресурсов.

Во многих странах мира одним из главных объектов государственного регулирования стали требования к повышению тепловой защиты зданий. Это требования не только призовут экономить государственные энергоресурсы, но и защищать окружающую среду от вредных выбросов.

В России на обогрев домов государствами тратится 40 % всех энергоресурсов страны, что приводит к выбросу огромного количества углекислого газа, а в результате к повышению температуры нижних слоёв атмосферы планеты ("Парниковый эффект")

Дома в России имеют очень низкую энергоэффективность, и из-за этого потери энергии огромные. У нас в стране расход теплоэнергии составляет 74 кг топлива на кв.м в год, это огромные цифры по сравнению с расходами в Европе. В России, в отличие от Европы уделяют меньше внимания энергетическим технологиям, в Европе же они популярны. Одним из

главных причин медленного распространения состоит в том, что жителям не разъясняются способы и средства модернизации жилища.

Внедрение технологий в регионах

В Екатеринбурге существует энергосберегающее оборудование, которое презентовали в 2009 году. Это блочно-модульный тепловой пункт, предназначенный для выравнивания параметров теплоносителя и предохранения от излишнего отопления в холодное время года. Такое оборудование позволило сэкономить до 30% энергии и служит 20 лет.

А в Ярославской области создали оборудование, которое вырабатывает одновременно и электрическую и тепловую энергию). Оно позволяет сэкономить затраты 2 видов энергии почти в 2 раза.

В Томской области получают горючий биогаз из жидких и твердых отходов животноводческих комплексов. Сейчас идет установка опытно-промышленной станции по выработке биогаза.

Такое топливо позволит уменьшить загрязнения атмосферы на 80%, что снижает расходы компаний на уплаты налогов за выброс углекислого газа

Возможности использования ветра, как возобновляемого источника энергии

Войциховский В.С., Базанов А.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
supermoos2013@yandex.ru

Цель работы: Изучить тему и разобраться в актуальности использования ветряной энергетики.

В наше время, одной из главных задач для каждого развитого государства в сфере энергетики является поиск альтернативных источников энергии. Ископаемые ресурсы, которые хранятся в нашей земле тысячелетиями, недалеки от истощения, следовательно, благополучие в сфере экономики, да и сама комфортная жизнь человека, напрямую зависит от поиска и изучения возобновляемых энергетических источников.

К таким источникам можно и причислить энергию ветра. Это возобновляемая энергия. Сфера человеческой деятельности, которая занимается получением энергии из ветра называется – ветроэнергетика.

Использование ветра в качестве получения электричества, сейчас широко распространено в технологически развитых странах (Дания, например, получает 10 % своей электроэнергии от энергии ветра). Специфика работы ветровых мельниц такова, что чем больше лопасти и охват воздуха, тем они будут мощнее, а, следовательно, будут вырабатывать больше энергии. Главное преимущество такой ветровой мельницы состоит в том, что она неисчерпаема, потому что пока существует атмосфера на нашей планете, ветра будут постоянно дуть и тем самым, будут раскручивать эти самые лопасти.

На сегодняшний день у этого вида энергии очень большие перспективы в области развития. Запас такой энергии в сотни раз больше, чем у других энергетических источников по всему миру. Единственная, кто может конкурировать с ветряной энергетикой — это такая же перспективная гелиоэнергетика.

Во многих странах ветра очень постоянны в течение всех сезонов, а устанавливать ветряные станции или отдельные генераторы можно в любых населённых пунктах. Эти генераторы не мешают какой-либо деятельности человека.

Если вы, например, собираетесь использовать ветровые генераторы у себя в быту, то вы обзаведетесь рядом плюсов:

• Вам не потребуется платить за государственное электричество, потому что вы будете способны снабжать себя сами им.

• Появится возможность снабдить почти бесплатным электричеством все бытовые приборы, кондиционеры, водяные насосы, нагреватели воды, отопительную систему, освещение на улице, камеры наблюдения.

• Хозяин мощного генератора может использовать его в коммерческих целях – продажа электричества.

В заключении, я хотел бы добавить, что эта энергия считается одной из самых доступных возобновляемых источников энергии в мире. Она в разы дешевле, чем, например, нефть, природный газ, уголь и тд. Также энергия ветра производится без всяких выбросов или отходов, тем самым оберегая природу от загрязнения, что тоже немало важно. Это и делает её главным выбором для нового производства электроэнергии.

Снижение энергоёмкости продукции как фактор конкурентного преимущества

Волянский А.П., Маторин В.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
atiger005@gmail.com

Энергообеспечение — это неотъемлемая часть социально-экономического развития любой страны, поэтому всё большее количество различных государств ставят перед собой задачу по повышению энергоэффективности, частью которой является энергоёмкость. Энергоёмкость является важным аспектом в экономической деятельности как отдельных предприятий, так и целых государств. Энергоёмкость представляет собой объёмы затрачиваемых энергетических ресурсов с целью осуществления каких-либо технологических процессов, работ и производства. Энергоёмкость отражает то, насколько эффективно энергопотребитель в лице предприятия или государства использует затрачиваемую энергию для осуществления различных технологических процессов.

На данный момент, Россия имеет относительно высокие показатели энергоёмкости по сравнению с другими странами. Например, энергоёмкость ВВП Российской Федерации по итогам 2018 г. превысила мировой уровень на 46%, оказалась выше уровня США на 44% и уровня Канады на 17%. Исходя из Указа Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» Правительству Российской Федерации была поставлена цель снизить энергоёмкость ВВП к 2020 г. в размере не менее 40% относительно уровня 2007 г. Однако, по данным на 2018 год энергоёмкость РФ снизилась лишь на 12% относительно 2007 г., что говорит о серьезном отставании фактических темпов её снижения от целевого значения.

Введение на предприятии системы энергоменеджмента позволяет повысить эффективность использования различных энергоресурсов, таких как: электричество, тепловая энергия, вода и газ. Это становится возможным благодаря современному оборудованию и технологиям в области мониторинга потребления энергоресурсов. Таким образом, система энергоменеджмента, способствует оптимизации потребления, то есть даёт возможность производить максимальный объем продукции высокого качества с использованием наименьшего объема энергоресурсов. В зависимости от специфики отрасли экономия может составить существенный объём денежных средств. В таком случае, низкие издержки на производство единицы продукции уменьшают её себестоимость, что является ключевым фактором конкурентного преимущества, как в рамках отдельного государства, так и на мировом рынке.

Список литературы:

1. Макаров А.А., Григорьев Л.М. Прогноз развития энергетики мира и России 2016 г. / ИНЭИ РАН—АЦ при Правительстве РФ. М., 2016. 196 с. ISBN 978-5-91438-023-3

2. Черняев М.В., Кириченко О.С. Анализ факторов устойчивого развития предприятий топливно-энергетического комплекса и условий достижения энергоэффективности и энергобезопасности // Экономика и предпринимательство. 2017. № 8-1 (85-1). С. 929—943.

3. Андреева Е.В., Клепиков В.И. Интеграция зарубежных рынков электроэнергии // Ассоциация «НП совет рынка». М., 2017.

Внедрение системы «Умный дом» на рынке энергопотребления

Воробьев Н.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
ya_nikitko@mail.ru

Введение

Одно из наиболее актуальных направлений развития технологий – это Умный дом. Возможность реализовать вопрос автоматизации инженерных систем, экономии времени, которое раньше тратилось на рутинные бытовые процессы – все это серьезно повышает качество жизни, делает её более благоустроенной.

Неудивительно, что с каждым годом во всем мире интерес к интеллектуальным системам только растет – актуальность Умного дома – не исключение и давно не требует подтверждений.

Довольно интенсивно на сегодняшний день в России, как и во всем мире, стала совершенствоваться концепция «умного дома». Она подразумевает исполнение сценариев управления отоплением, освещением, вентиляцией, сигнализацией. Также предусмотрена диспетчеризация всех систем. Например, человеку нет нужды беспокоиться о забытом выключенном свете или внезапном прорыве трубы – все выключается автоматом или дистанционно с телефона. Главная миссия умного дома – обеспечить комфорт и уют в повседневной жизни.

Описание товара. Потребительские способности. Ассортимент.

Говоря об «Умной доме», подразумевается жильё, оснащенное бытовой техникой, которая призвана создавать или поддерживать комфорт, благоустроенность и удобство проживания. Буквально несколько десятков лет назад люди не могли даже и представить, какими будут нынешние дома, что нельзя сказать о домах «нашего времени».

«Умный дом» объединяет большое количество функций. Используя пульт или попросту держа в руках телефон можно регулировать температуру в доме, управлять освещением и бытовой техникой, системой безопасности и др. Будучи далеко от дома, не составит труда управлять приборами в нем с помощью телефона. Система оповещает хозяина при любом изменении контролируемых параметров: например, изменение температуры или протечка трубы, движение в зоне охраны и т.д.

«Умные дома» – это не только инновационное изобретение для упрощения жизни, но и необходимость для человека, поскольку комфорт и уют важен в доме, где мы проводим большую часть своего времени.

Одним из главных преимуществ продвинутого дома является экономия ресурсов, будь то финансовые средства или природные ресурсы.

STP-анализ

Сегментация: Молодые семьи; Семьи, проживающие в частном секторе, где система будет особенно раскрыта и актуальна; Люди с ограниченными возможностями.

Таргетирование: Молодые семьи — $822 000; Семейные пары с детьми (частный сектор) — $436 000; Люди с ограниченными возможностями — $343 000.

Позиционирование: Выбор — первый сегмент (молодые семьи), который будет приносить компании ориентировочно 220 000 долларов в год.

Ценовая политика.

Стартовый комплект Xiaomi (пример) обойдется потребителю около 3000 рублей. Учитывая конструктивную особенность товаров можно предположить, что наценка от себестоимости – в 3 раза. Неслучайно лозунг компании – «Инновации для каждого»: это значит нет переплатам за бренд!

Xiaomi отказалась от традиционной для конкурентов маркетинговой модели и сделала ставку на продвижение через «сарафанное радио», с помощью своих фанатов. Конкурентоспособность высокая, поскольку у товаров высокое соотношение цена-качество. Компания значительно повлияла на рынок, представив качественные устройства по доступной цене.

Каналы сбыта

Различают 2 основных типа каналов сбыта в маркетинге: прямые – сбыт производится без посредников, напрямую от производителя к конечному покупателю; косвенные – через посредников (канал сбыта с 1 посредником называется одноуровневым, с 2-мя – двухуровневым, и т.д.).

У рассматриваемой компании схема такая:

Производитель – розничная торговая сеть – потребитель (внутренний рынок)

Производитель – представительство в стране – розничная торговая сеть – потребитель (внешний рынок)

Заключение

В одном тексте не расскажешь обо всех аспектах такого интересного и, без сомнения, перспективного направления как система умного дома. Собственно, внедряются подобные системы сейчас не только в частных домах или квартирах, но и, к примеру, в офисах или на промышленных предприятиях. По мнению экспертов мы находимся лишь в начале пути.

Внедрение «умного дома» на этапе проектирования здания дает возможность в будущем эти «умные здания» соединять между собой, то есть строительство «умных домов» в перспективе превратится в создание одного большого «умного города».

Такой продукт, как система умного дома имеет большой потенциал на рынке, который уже вовсю используют компании.

Финансовая устойчивость ПАО «Компания "Сухой"»

Ворожейкина А.А.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
nastasia.vorozheykina@bk.ru

Важным условием непрерывной и эффективной деятельности предприятия является благополучное финансовое состояние. Необходимо обеспечить постоянную платежеспособность, финансовую независимость и высокую ликвидность предприятия для её достижения. От финансового состояния предприятия зависит во многом успех его деятельности, именно поэтому финансовой устойчивости предприятия следует уделять особое внимание. Она отражает такое состояние финансовых ресурсов, при котором предприятие, свободно маневрируя финансами, способно путем эффективного их использования обеспечить бесперебойный процесс производства и реализации продукции, а также затраты по его расширению и обновлению.

Актуальность данного вопроса вызвала необходимость совершенствования методик анализа финансового состояния предприятий, которые направлены на подготовку информации для принятия управленческих решений, экспресс оценку финансового состояния предприятия и разработку стратегии управления финансовым состоянием.

Исследуемое предприятие ПАО «Компания «Сухой» — крупнейший российский авиационный холдинг с числом работников более 23 тыс. человек. В состав холдинга «Сухой» входят ведущие российские конструкторские бюро и серийные самолётостроительные заводы. Компания обеспечивает выполнение полного цикла работ в авиастроении — от проектирования до эффективного послепродажного обслуживания.

Задачей анализа финансовой устойчивости является оценка степени независимости от заемных источников финансирования.

Для нормальной хозяйственной деятельности предприятию необходимо постоянно пополнять материально-производственные запасы (МПЗ). Для этого используют собственные оборотные средства, а если их недостаточно – привлекают заемные источники – краткосрочные и долгосрочные кредиты и займы.

Проведенный анализ показал, что на данный момент предприятие имеет нормальную устойчивость финансового состояния, которая гарантирует платежеспособность, соответствует положению, когда определенная часть запасов сформирована за счет

собственного оборотного капитала, а остальная за счет долгосрочных займов и кредитов. Но все рассчитанные показатели имеют тенденцию уменьшения, что может привести предприятие к неустойчивому финансовому положению. Чтобы этого избежать следует разработать определенные мероприятия по сохранению позиций и возможно улучшению финансовой устойчивости.

Проблема истощения природных ресурсов

Гасанова К.А.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
kamilagasanova99@list.ru

Истощение природного фонда — серьёзное экономическое положение. Появилось оно вследствие увеличения скорости потребления ресурсов, что является выше их скорости возобновления. Причина этого образовалась с увеличением численности людей, а также ростом их потребностей.

На восстановления потребуется миллионы лет, тогда где же их брать? Есть несколько вариантов решения данной проблемы:

• Ужесточить нормы утилизации отходов (да, человеческие отходы тоже влияют на природу: воздух, водоисточник, почву, флору и фауну);

• Снизить темп получения залежей;

• Переход к альтернативной энергетике (солнечные, ветряные, волновые, приливные, геотермальные электростанции, ГЭС);

• Поиск иных позиций добывания.

И так, что же можно отыскать во Вселенной? Начнем с ближайшего объекта – Луны. Наибольшую значимость представляет гелий-3 — более легкий из двух других изотопов гелия, который в обширном количестве содержится в поверхностном слое, редко встречается в атмосфере Земли. Его можно использовать в качестве топлива энергостанциях, практически не вредя окружающей среде. Но естественный спутник защищен международным правом — ни одна страна не может претендовать на него.

Следующее возможное место — Марс, по геологическому строению схож с Землей — значит, что на нем можно раскопать все основные соединения: железо, алюминий, вольфрам и многое другое. Исследователи обнаружили следы лития, меди, золота, цинка, никеля, кобальта, ниобия. На сегодняшний день, идея добычи и доставки полезных ископаемых является дорогостоящей, но не исключено, что в будущем будет реализована в жизнь.

Питьевая вода обязательный фактор для жизнедеятельности человека. 40% населения страдает от дефицита пресных резервов, её нехватка – глобальная проблема современности. Жизненно важный минерал можно найти на астероидах. «Водных» комет около 75% в нашей Солнечной системе. Пока что не существует методик по её извлечению, только теоретические предположения.

К сожалению, для освоения космоса недостаточно современных технологий и экономически не выгодно. Начинать что-то делать необходимо уже сейчас, чтобы избежать катастрофических последствий. Но не стоит забывать про изучение мирового пространства, которое приведет не только к большому рывку в научно-техническом прогрессе, но и к новым источникам энергоресурсов для дальнейшего существования.

Энергосбережение в системе жилищно-коммунального хозяйства

Григорьев Г.М.
Научный руководитель — Лаврова Л.А.
МАИ, Москва
gleb-grigoriev@mail.ru

Энергосбережение в системе Жилищно-Коммунального Хозяйства.

В настоящее время на Жилищно-Коммунальное Хозяйство (ЖКХ) приходится больше половины всего энергопотребления в России. Из этого можно сделать вывод, что энергосбережение в ЖКХ играет очень важную роль для экономики страны. Невзирая на ряд нормативно-правовых документов в этой области, созданных и реализуемых на территории РФ в течение долгого времени (Федеральный закон № 261), по сегодняшнему состоянию, проблема энергосбережения в ЖКХ стоит на первом месте и далека от решения.

По недавним данным Правительства России, содержание ЖКХ для государственного бюджета обходится примерно в 100-120 млрд. рублей ежегодно, причем существует тенденция увеличения расходов в данной отрасли. [1]

Энергоэффективность — это направление, объединяющее производителей, заказчиков и потребителей энергетических ресурсов для повышения качества коммунального обслуживания.

В промышленных и коммерческих секторах проблеме энергосбережения уделяется первичное внимание, так как от этого зависит прибыль и рентабельность. В отличии от сферы ЖКХ, где состояние энергоисточников, магистральных и распределительных сетей находятся или в неудовлетворительном состоянии, или используются неэффективно.

Главная цель энергосбережения в ЖКХ — это сокращение затрат на производство и себестоимость услуг предприятий ЖКХ. Для этого нужен ряд мероприятий.

Энергосбережение в сфере ЖКХ – это ряд действий, которые обеспечивают экономически выгодный и эффективный результат для снижения энергопотерь и роста энергетического потенциала. Для этого проводятся следующие действия: учет, контроль, энергоаудит.

Первое и необходимое действие — это учет. Благодаря учету мы можем узнать фактическое потребление энергии и выявить источники потери энергии. Главные достоинства, которые предъявляются к приборам учета – это низкая стоимость, небольшие эксплуатационные затраты и достоверность сведений.

Следующее мероприятие — это контроль. Так как после внедрения большого количества счетчиков на объектах ЖКХ необходимо использовать систему их контроля (программы). С помощью него возможно получать удаленно сведения о фиксируемых приборами учета данных потребления энергоресурсов. Такие системы умеют передавать сведения в электронном и голосовом формате.

И последнее, самое эффективное и дорогое — это энергоаудит. Благодаря энергоаудиту определяется баланс энергопотребления, источники сверхнормативных потерь. На основе этого и составляется план по энергосбережению. В зависимости от финансового состояния, вырабатывается совокупность и последовательность внедрения мер энергосбережения.

Наиболее оправданными мероприятиями в части экономии ресурса являются:

- Подключение систем автоматического регулирования теплопотребления;
- Установка автоматизированных систем освещения;
- Снижение потерь при транспортировке;
- Утепление фасадов;
- Повышение коэффициента полезного действия теплового оборудования;
- Повсеместное использование энергосберегающих ламп накаливания. [2]

Необходимость повышения энергоэффективности не вызывает сомнения, но выбор и способ осуществления этого порождает много разногласий в принятии решений об эффективности того или иного мероприятия. В связи с этим возникает потребность в разработке системы, которая сможет не только рассчитать и показать эффект и окупаемость

от мероприятий, но также сможет выбрать комплекс наиболее эффективных мероприятий по энергосбережению для конкретного выбранного жилого здания.

Список литературы:
1. Электронный ресурс: http://www.priborplant.ru
2. Электронный ресурс: http://degkh.ru/energy/e-3/

Применение энергосберегающих мероприятий в МКД

Дмитриев С.Н., Котова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
sema.dmitriev.97@mail.ru

Важную роль в жизни человека играет его жилье. К стандартам качества жилищных и коммунальных услуг предъявляются сегодня достаточно высокие требования. Прежде всего, это обусловлено обеспечением комфортных условий и безопасностью проживания людей. Реализация энергосберегающих мероприятий в многоквартирных жилых домах (МКД), позволяет не только снизить потребление энергетических ресурсов, но и расходы жителей и управляющих компаний на их оплату.

Способ управления многоквартирными домами выбирается на общем собрании собственников помещений или осуществляется управляющей компанией (ГБУ «Жилищник» или ТСЖ). По данным проверок на потребление или перерасход энергоресурсов объявляется общее собрание жильцов и представителей ГБУ «Жилищник».

На основании общего собрания собственников (ОСС) и согласования с управляющий компаний необходимо большинство голосов собственников МКД. Жители голосуют за применение энергосберегающих мероприятий. Решение общего собрания собственников жилых помещений о установке энергосберегающего оборудования в многоквартирном доме, является ключевым фактором для подписания энергосервисного договора (ЭСД). Роль заказчика исполнят управляющая компания, она представляет интересы жильцов, а исполнитель Энергосервисная компания.

Проведение комплексного анализа и мониторинга систем учёта энергоресурсов, а также внедрение энергосберегающих мероприятий, является одним из перспективных направлений анализа причин высокой энергоемкости различных отраслей и сфер деятельности в экономике и разработке научно-обоснованных мероприятий по повышению показателей энергосбережения и энергоэффективности.

Авторами предлагается решать данную актуальную жилищную проблему многоквартирных домов, путем применения современных технологий в области энергосбережения и повышения комфорта жителей: установка технических приборов учёта — Автоматизированных узлов управления теплопотребления (АУУ) для повышения уровня энергоэффективности здания и комфорта жителей в данном МКД. Регулирование температуры теплоносителя осуществляется путем подмеса теплоносителя из обратного трубопровода в подающий, расходно-температурные параметры теплоносителя до и после узла смешения отслеживаются и изменяются с помощью контроллера и систем мониторинга в зависимости от заданного температурного графика системы отопления здания.

Совокупность устройств и оборудования способны обеспечивать автоматическое регулирование температуры и расхода теплоносителя на вводе в здание в соответствии с заданным для этого здания температурным графиком или в соответствии с потребностями жителей. Решение поставленной задачи позволит при соблюдении комфортного температурного режима в жилых и нежилых помещениях снизить фактический расход тепловой энергии. В совокупности с балансировочными клапанами на стояках системы отопления, термостатическими вентилями на каждом отопительном приборе и проведением утеплительных мероприятий позволяет экономить до 15–25 % тепловой энергии (Гкал) и снижение оплаты за коммунальные платежи ежегодно объем начислений за услугу «отопление» на уменьшились на 10-15%. Для одной квартиры площадью 70 м^2 в МКД

снижение ежемесячного платежа за услугу «отопление» в год составит в среднем примерно 266 руб.

Данное техническое решение позволит оперативно контролировать температуру теплоносителя в случае резких изменений температуры наружного воздуха при несоблюдении температурного графика теплоснабжающей организации, тем самым будут исключены перетопы и потери Гкал., в системах централизованного отопления.

Список литературы:

1. Горбатова С.Ю. Управление многоквартирными жилыми домами в условиях реформы ЖКХ. / Горбатова С.Ю. – Спб.: Питер, 2019.

2. Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года No 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

3. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.

4. Методические рекомендации по разработке программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства или муниципальных образований. – М.: ФГБУ «РЭА»,2010

Переработка CO2 и использование технологий переработки CO2 в энергетической сфере авиакосмической отрасли

Долгая Д.А., Калимуллина Э.Р.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
prostafila00@mail.ru

The purpose of this work is to provide information and analytical analysis of the topic of CO2 processing and the impact of the process on different spheres, including aerospace industry, in open English-language sources. The study of the issue of CO2 emissions into the atmosphere is relevant and is one of the priority scientific studies. The process of processing CO2 affects the energy efficiency of any enterprise and household.

In 2013, the intergovernmental panel on climate change made a statement that human activity is 95% likely to be responsible for global warming. Indeed, the known causes of global warming are greenhouse gas emissions, solid aerosol particles, and changes in solar activity. The first reason is directly related to human productivity, namely the relatively rapid accumulation of CO2 in the atmosphere. The main source of CO2 in the atmosphere is the combustion products of energy carriers.

According to the data provided in the article "Aviation fuel from the air: the hope of aviation or excitement?", Climeworks plans to make a breakthrough not only in the search for alternative energy sources, but also in methods to combat CO2 emissions. The company's specialists developed a technology through which their plants capture CO2 from the air and then process it for use in the food industry, the beverage industry, commercial agriculture, energy and the automotive industry. However, the company decided not to stop there and offered to cooperate with the owners of the airport. The world's first commercial production of jet fuel, partly from carbon dioxide (CO2), is now planned.

While at the airport, the plant will operate by capturing CO2 from the air, a gas that contributes to global warming. In a separate process, joint electrolysis splits water into hydrogen and oxygen. Hydrogen is mixed with captured CO2 to form a synthesis gas that can be converted into jet fuel. The pilot plant, which aims to produce 1,000 liters of jet fuel per day, will be powered by solar panels. The project partners hope to produce the first fuel in 2021. They claim that their jet fuel will have a much smaller CO2 impact than conventional fuel. The main problem that delays the development of this technology is the cost of activities. Fossil fuels for jet engines are relatively inexpensive. Capturing CO2 from the air is still a nascent and expensive technology. It is recognized that it will take time for such fuel to become competitive. It should be noted that representatives of environmental organizations are quite skeptical, but the technology of this company has already

proved to be simple and effective. Therefore, this development may well be successfully implemented.

The article “This Company Turns Emissions Into Fuel” talks about LanzaTech, which has developed a way to convert CO2 emissions into ethanol, a renewable fuel commonly used in US gasoline. Instead of carbon emissions from a steel mill polluting the atmosphere, they are captured, placed in a bioreactor and fermented. The key to this process is gas-eating bacteria developed specifically for fermentation. The company says the bacteria feed on emissions, rather than feeding on sugar or corn to produce ethanol. Last year, LanzaTech installed its first system at a steel plant in China. The company says it has processed enough carbon to produce 9 million gallons of ethanol, which can be combined with jet fuel to power commercial aircraft. In October 2018, LanzaTech partnered with Virgin Atlantic and Boeing to partially launch the first commercial flight (from Orlando, Florida, to Gatwick, England) using LanzaTech jet fuel.

To sum up, it can be argued that modern technologies can meet the need of humanity to stabilize carbon dioxide emissions, and thus contain global warming. Moreover, there is already a method of processing CO2 into fuel, which is an absolute breakthrough in the struggle of mankind against the greenhouse effect. The next task facing the world community is to implement this technology in as many places as possible on the planet.

References:

1. Holligan A. Jet fuel from thin air: Aviation's hope or hype? https://www.bbc.com/news/business-49725741 (accessed 1 October 2019).

2. Dent M., Urbany B., Brunswick D. This company turns emissions into fuel. https://edition.cnn.com/2019/10/30/tech/lanzatech/index.html (accessed October 30, 2019).

3. Jackson S., Brodal E. Optimization of the Energy Consumption of a Carbon Capture and Sequestration Related Carbon Dioxide Compression Processes. Energies, 2019, vol. 12, issue 9, 1-13.

Проблема внедрения энергосбережения в России

Дружинин Д.С., Васильев М.А.
Научный руководитель — Солодова А.Д.
МАИ, Москва
prototype4959@mail.ru

Активный процесс развития и распространения энергосберегающих технологий затронул весь мир, однако энергосбережение в России все ещё находится на начальной стадии развития. Есть ряд причин, замедляющих прогресс в данном направлении.

Несмотря на то, что Правительство РФ издает указы и разрабатывает программы по рациональному использованию электроэнергии (Доктрины энергобезопасности страны от 2012 г. и 2019 г.), проблема несовершенства законов в этом направлении остаётся.

В том числе, многие предприятия промышленного сектора не пользуются помощью высококвалифицированных работников в области энергосбережения: во-первых, нет закона, принуждающего к этому, во-вторых, содержание такого рода кадров кажется им дорогим.

Лишь немногие компании используют энергосберегающее оборудование, которого, к слову, недостаточно.

В связи с этим можно выделить ещё несколько проблем, таких как:

1. Небольшое количество высококвалифицированных кадров в сфере энергосбережения, а также их недостаточная востребованность на рынке труда;

2. Низкая информированность населения об энергосбережении, альтернативных источниках энергии, разумном потреблении ресурсов;

3. Отсутствие государственных стандартов для внедрения энергосберегающих приборов и специального оборудования, ведущего расчёт, на предприятиях и в жилищных домах;

4. Устаревшие отечественные технологии и дороговизна западных комплектующих.

Несмотря на огромный потенциал ресурсосбережения в России (энергоемкость ВВП в 2,5 раза выше среднемирового уровня) и динамику импортозамещёния, вышеперечисленные причины все равно требуют скорейших решений. Среди таких решений могут быть:

1. Поддержка (гранты, льготы) предприятий, которые активно сберегают энергию и рационально её используют;

2. Широкое распространение информации о существующих энергосберегающих технологиях и популяризация энергосбережения, в целом;

3. Совершенствование нормативно-правовой базы, обязывающей каждое отечественное предприятие к внедрению энергосберегающих технологий;

4. Оценка текущего состояния эксплуатируемого энергетического оборудования для энергообъектов РФ, а также возможная замена иностранных комплектующих на российские, более дешевые аналоги (в рамках стратегии импортозамещёния);

5. Увеличение количества учебных мест в ВУЗах по профилю "Энергетический менеджмент" и "Энергетический сервис".

Таким образом, данный комплекс мер позволил бы обеспечить более благоприятную среду для процесса становления и дальнейшего роста применения энергосбережения на предприятиях. И тем самым, учитывая энергоемкость страны, обеспечило бы успех и более рациональное использование энергетических ресурсов.

Проблема энергосбережения в России

Жданов Н.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
nikitazdanov@bk.ru

Рост цен на энергоносители и резкое увеличение воздействия на окружающую среду со стороны человека стали причиной появления проблемы энергосбережения.

Энергосбережение – комплекс мер, направленных на эффективное использование не возобновляемых энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии.

Большую часть энергоресурсов представляют в настоящее время не возобновляемые источники энергии. К ним относятся газ, нефть, уголь и т.д. Сгорание этих ресурсов сопровождается выбросом вредных веществ. Следовательно, проблема энергосбережения тесно контактирует с решением многих экологических проблем.

Сейчас во всем мире растет роль возобновляемых источников энергии. К ним относятся ветроустановки, гидроустановки, волновые станции. Идея возобновляемых источников энергии звучит заманчиво, но требует внушительных расходов на технологии и технику.

Более 70 нормативных документов, касающихся энергосберегающие меры, введены в действие в Российской Федерации. Не смотря на это, проблема энергосбережения затрагивает все отрасли экономики и хозяйства. В чем же проблема?

Суть проблемы энергосебережения – значительно сократить потерю полезной энергии, что приведет к сокращению её потребления.

Причинами, вызывающие потерю энергии, являются расход топлива, превышающий норму в несколько раз, отсутствие учета расхода теплоты, утечки теплоты на теплотрассах, в зданиях и т.д.

На данный момент в России ситуация энергосбережения и повышения эффективности энергопотребления в сфере жилищно-коммунального хозяйства неплохо изучена и уже введены некоторые нормативные документы (например: вновь построенные здания должны быть энергоэффективными). Однако мы остается страной расточительной. В жилищно-коммунальной сфере фактический расход тепла в 4-5 раз выше, чем у Финляндии и Норвегии.

Проблемами энергосбережения в сфере жилищно-коммунального хозяйства являются:

• Ветхий жилой фонд и ветхие инженерные коммуникации, вследствие которых происходят значительные потери тепла,

• Слабая мотивация конечных потребителей к экономии энергетических ресурсов.

Например: старые трубопроводы, длина которых может доходить до десятков километров, теряют до 60% тепла. Старые деревянное окна и двери являются причиной охлаждения подъездов, что сказывается на энергосбережении дома в целом.

Однако основной потребитель энергоресурсов — это не жилищно-коммунальные хозяйства, а производственные предприятия. Потенциал энергосбережения производственных предприятий больше в 5 раз, чем потенциал у жилищно-коммунальных хозяйств.

Проблемами энергосбережения на предприятиях России являются:

• Применение устаревшего оборудования, которое не отвечает современным требованиям энергоэффективности,

• Использование устаревших технологий в производственном цикле,

• Отсутствие необходимости закупить новую технику и внедрять прогрессивные энергосберегающие меры (нет регулирования),

• Энергосберегающих мероприятий в большинстве случаем отсутствуют на предприятиях.

Причинами сильного отставания России от западных стран являются:

• Несовершенное законодательство,

• Нехватка денег,

• Не желание инвестировать в долгосрочные проекты,

• Недостаток кадров.

Причем наиболее важным является проблема кадров. Отсутствие спроса на данную профессию в ближайшем прошлом стало причиной дефицита данных специалистов в настоящем.

Стандарты энергосбережения в России сильно отстают от западных стран. Это связанно с отсутствием законов, требующих постоянного улучшения энергетической эффективности предприятий, стандартов отчетности, организаций, занимающихся проблемой энергосбережения и критериев оценки предприятий.

Российские компании не афишируют показатели энергосбережения. Потому что требования со стороны государства к частным и государственным компаниям слабые.

Эффективное решение проблем энергосбережения должно начинаться с эффективного энергетического аудита. Энергетический аудит позволяет оценить все аспекты деятельности предприятия и решить следующие задачи:

• Выявить источники нерационального потребления энергоресурсов или неоправданные их потери;

• Получить показатели энергоэффективности;

• Определить потенциал энергосбережения;

• Разработать комплексные меры для повышения энергосбережения.

Перспективы применение энергосервисных контрактов в бюджетной сфере России

Карпочев С.А., Кузьмин Д.А., Маликова И.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мишучков В.И.
МАИ, Москва
karpochev.sergy@gmail.com

Проблема повышения энергоэффективности в России в последние годы из-за неэффективного использования энергетических ресурсов является актуальной для страны задачей. У страны имеется огромный потенциал к экономии энергии, однако слабо развита система бережливого и эффективного использование данных ресурсов.

Согласно Федерального закона № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» с 01.01.2010 года все учреждения, дотируемые из федеральных, региональных или муниципальных бюджетов, должны были в течение 5 лет снизить потребление энергоресурсов не менее чем на 15% от использованного им в 2009 году

каждого вида энергоресурса. Однако, эта мера регулирования по снижению потребление энергоресурсов в бюджетном секторе себя во многом не оправдала.

Закон об энергосбережении установил также новый вид договоров — «энергосервисный договор», обязывающий подрядчика к действиям по повышению энергоэффективности использования энергоресурсов заказчиком и содержать обязательства подрядчика о величине их экономии.

Для экономии энергоресурсов во всех сферах, где они используются, необходимо внедрение энергоэффективных мероприятий. Оказанием таких услуг занимаются энергосервисные компании путем заключения энергосервисного контракта с заказчиком.

Энергосервисная компания проводит энергоаудит с дальнейшим внедрением энергосберегающих технологий на объекте заказчика, при этом комплекс работ проводятся за счет средств энергосервисной компании. Большинство рисков по достижению заявленных результатов по экономии энергоресурсов несет энергосервисная компания.

Энергосервисные контракты являются одним из серьезных механизмов повышения энергетической эффективности в государственном секторе. За последние годы в России наблюдается тенденция стабильного развития энергосервисных услуг, однако, этот рынок ещё не развит в полной мере в то время как энергосервисный контракт является чрезвычайно удобным инструментом повышения энергоэффективности в бюджетном секторе экономики при дефиците денежных средств у заказчика.

За прошедшие 10 лет энергоемкость ВВП Российской Федерации снизилась всего на 9%, последние 4 года энергоемкость ВВП не снижается. Цель по снижению энергоемкости ВВП Российской Федерации на 60% при сохранении текущих темпов будет достигнута только в 2043 г. с существенным отставанием от плана.

В целях реализации планов по энергосбережению в России 7 октября 2019 г. было принято постановление Правительства РФ №1289 «О требованиях к снижению государственными (муниципальными) учреждениями в сопоставимых условиях суммарного объема потребляемых ими дизельного и иного топлива, мазута, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, угля, а также объема потребляемой ими воды», предусматривающее определение механизма установления начиная с 2001 года целевого уровня снижения суммарного объема потребляемых государственными (муниципальными) учреждениями энергетических ресурсов и воды, который должен быть достигнут по итогам реализации мероприятий программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Первоочередным мероприятием для главных распорядителей бюджетных средств является определение потенциала снижения потребления каждого вида энергетических ресурсов на основании результатов проведенных энергетических обследований и данных деклараций о потреблении энергетических ресурсов.

Для мероприятий программы, не обеспеченных бюджетным финансированием, предусмотрена обязанность государственных (муниципальных) учреждений привлечь внебюджетные источники финансирования посредством проведения конкурса на заключение энергосервисного договора.

Постановление Правительства РФ №1289, также имеет прямое отношение к МАИ, которое является бюджетным учреждением высшего образования. До 1 июля 2020 г., главные распорядители бюджетных средств, должны будут установить уровни энергоэффективности потребления энергоресурсов учреждения и, соответственно, снижения энергетических и водных ресурсов, которые используются МАИ. Данная программа реализуется в течение 3-х лет, с возможностью дальнейшего её продления. Для достижения целевого уровня снижения потребляемых ресурсов, необходимо будет использование мероприятий программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности, а также, возможности при дефиците бюджетного финансирования – механизм энергетического сервиса.

Список литературы:

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергоэффективности в Российской Федерации/Минэкономразвития РФ — Москва, 2019.

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 07.10.2019 № 1289 «О требованиях к снижению государственными (муниципальными) учреждениями в сопоставимых условиях суммарного объема потребляемых ими дизельного и иного топлива, мазута, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, угля, а также объема потребляемой ими воды».

Графеновый аккумулятор — современные технологии

Кичук А.В.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
toha-kichuk@mail.ru

Даже те, кто мало разбирается в данной области техники, знают, что любая автономная система, связанная с электричеством, требует независимых источников электричества. Это мобильное устройство, автомобиль, оснащенный батареями и батареи.

Батареи, широко используемые в настоящее время, имеют ограниченную область применения и короткий срок службы. Графеновая батарея этих недостатков лишена.

Графен — отличный проводник. Электроны движутся в нем, почти без сопротивления. Таким образом, благодаря ему возможно создать аккумулятор, заряд которого длится до 10 раз дольше обычного, и делать аккумуляторы, заряжающих любое устройство от планшета до электромобиля за считанные минуты. Первой областью, в которой было принято решение использовать графен, является производство автомобильных аккумуляторов.

В первых экспериментах графен сочетался с литием, но, как показала практика, это было неправильное решение. И все потому, что литий очень едкий и при контакте с водой он взрывается. Поэтому такие модификации аккумуляторов отказались устанавливать на электромобилях, поскольку в случае аварии и повреждения аккумулятора была очень высока вероятность возгорания.

При изготовлении таких батарей использовалось большое количество лития, но это дорогой металл.

Поэтому было решено искать альтернативы литию. Было всего два варианта:

1. Американская модель. По её словам, источником реакции является кобальт-литий и композитный катод из кремниевой пластины и графена.

2. Русская модель. Который использует модификацию магния-графена, где анод соли лития был успешно заменен оксидом магния (гораздо более распространенное и дешевое вещество).

перспективы

Южнокорейская компания Samsung объявила, что намерена выпускать графен в промышленных масштабах. Он будет использоваться для создания очень тонких и гибких гаджетов. Производство стоит дорого, но в будущем Samsung обещает сделать его дешевле.

Графеновые транзисторы могут заменить традиционный кремний, обеспечивая невероятный прорыв в вычислительной мощности на десятилетия вперед. Теоретически графеновые транзисторы могут работать на высоких частотах, и их размеры будут существенно меньше обычных.

Графен способен решить проблему фото и видео техники, это низкое качество съемки при недостаточном освещении. Датчики на основе графена могут повысить чувствительность датчиков в сотни раз. Это означает появление новых инфракрасных камер, приборов ночного видения, спутников, способных делать детальные снимки.

Победа над раком. Оксид графена убивает стволовые клетки, которые запрограммированы на трансформацию в рак. Уменьшает размер опухоли, предотвращая её дальнейший рост.

Большие перспективы в медицине, автомобилестроении, химической промышленности и других областях.

Плюсы

• Графен производится из легкодоступного и дешевого сырья.

• Произведенный материал очень легкий. Таким образом, один квадратный метр графена весит всего 1 грамм, и это позволяет значительно снизить вес батареи.

• Графен экологически чистый.

• Графен обладает повышенной прочностью и водостойкостью.

• Увеличенная удельная емкость. Например, автомобиль с графеновой батареей может проехать на одной зарядке до 1 тысячи километров.

• Емкость графеновых батарей не уменьшается из-за частых циклов разрядки-зарядки.

Минусы

• На данный момент трудно получить графен большой площади в промышленных масштабах с высокими химическими характеристиками. Удалось получить только малогабаритные графеновые листы.

• Промышленный графен по своим свойствам в большинстве случаев теряет экземпляры, полученные в научных лабораториях. Поэтому добиться сходных характеристик при использовании промышленного инструмента на данный момент не представляется возможным, несмотря на усовершенствования в технологиях.

• Производство графена является дорогостоящим, что ограничивает его использование.

Вывод

Таким образом, без сомнения, графеновые батареи найдут свою нишу и, вполне возможно, полностью заменят литий-ионные батареи, но до выхода на всемирный рынок, говорить об этом не имеет смысла. На изучение и производство этого материала с последующим внедрением его в современные технологии, необходимо финансирование.

Здания поколения «energy saving». Энергоэффективное строительство

Козловцев С.А.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
Serezha.K.2000@mail.ru

Исчерпание запасов традиционных источников энергии, их недостаток во многих странах, быстрый рост цен на сырье и топливно-энергетические ресурсы (ТЭР), несовершенство оборудования добычи и переработки топлива, и многое другое превратили проблему рационального использования и экономии ТЭР, а также поиска новых источников энергии, в одну из самых глобальных и острых. От эффективности её решения зависит как состояние экологии, так и весь ход развития человеческой цивилизации.

В настоящее время специалисты прогнозируют увеличение потребления энергии в несколько раз уже к 2040 году. Одним из способов сокращения дефицита энергии является переход к «зеленой» энергии. Юрий Добровольский, доктор химических наук, профессор, руководитель Центра Компетенций НТИ при Институте проблем химической физики РАН «Технологии новых и мобильных источников энергии» прогнозирует, что к 2050 году вся энергия будет вырабатываться биоорганизмами. На текущий момент более развитыми являются возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

Увеличение потребления энергии неотвратимо влечет за собой и её подорожание. В некоторых странах уже сейчас можно прогнозировать к 2030 году увеличение цен в несколько раз. В какой-то момент цены на энергию могут стать для населения критичными, а для некоторых и вовсе недоступными. Современное строительство может начать проектировать жилые энергоэффективные дома, что может благоприятно отразиться на гражданах.

Принцип «трех нулей» (Triple Zero) — ноль энергопотребления, ноль вредных выбросов, ноль отходов — с 2021 года станет в Европе обязательным для всех строительных проектов. Triple Zero:

1. Нулевое энергопотребление. При помощи ВИЭ уже сейчас можно вырабатывать больше энергии, чем будет потреблять здание. Также этому способствуют энергосберегающие

технологии и оборудование, качественная тепло изоляция. В случае нехватки собственной энергии по различным причинам (ВИЭ могут вести себя нестабильно), здание подключается к общей сети. Однако через какое-то время современный активный дом вернет энергию с излишком.

2. Нулевое количество вредных выбросов. При эксплуатации здания с энергосберегающими и биоклиматическими технологиями вредные выбросы снижаются практически до минимума.

3. Нулевые отходы. В этом пункте предполагается, что после здания не остается никаких отходов: строение легко и быстро демонтируется, конструкции состоят из экологичных материалов и отправляются на вторичную переработку.

Однако сейчас более популярными являются высотные здания. Специфика построения их инженерных систем приводит к тому, что их энергопотребление всегда будет выше, чем у здания аналогичной площади, но меньшей высоты. Возможно ли у высотных зданий достичь похожих показателей энергоэффективности?

Для повышения энергоэффективности объектов чаще всего совершенствуют систему кондиционирования, вентиляции, освещения, слаботочные системы и другие. Чаще всего это не просто замена оборудования, а оптимизация всей работы системы. Например, в освещении, это не просто замена ламп на более энергоэффективные, а расчёт уровня освещения, автоматизация этой системы. Так же и модернизация может быть как локальной, так и масштабной, затрагивать весь процесс функционирования.

Для того чтобы стимулировать повышение энергоэффективности зданий стали вводить энергетические паспорта (в основном для промышленных и государственных учреждений). Это позволяет отслеживать расход энергии и планировать проведение мероприятий, повышающих энергоэффективность. Эти документы четко регулируются уже во многих законодательных документах, и в скором времени абсолютно все строения будут иметь энергетический паспорт, что отлично вписывается в текущую тенденцию введение энергосберегающих технологий во все системы зданий.

Источниками возобновляемой энергии могут быть:

• Солнечные коллекторы (тепловая энергия для нужд отопления и ГВС);

• Фотоэлектрические модули (электричество);

• Ветроэнергетические установки (электричество).

На практике основная проблема генерации энергии от возобновляемых источников в высотном здании – это пространство, необходимое для размещения оборудования. Теоретически достигнуть околонулевого потребления энергии в высотных зданиях возможно, но технически сложно реализуемо из-за ограниченного пространства для установки достаточного количества фотоэлектрических модулей и другого оборудования для генерации энергии из возобновляемых источников. Второй проблемой будут являться технические этажи, работу которых также необходимо обеспечивать достаточным количеством энергии.

Эта цель достижима для зданий высотой до 200–250 м, и практически невыполнима для зданий высотой более 1 000 м.

Актуальность энергетического менеджмента

Леус Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
darialeus@gmail.com

В настоящее время важность и востребованность энергетических ресурсов, безусловно, очень велика. Для бесперебойного функционирования зданий и технического оборудования затрачивается не только энергетический ресурс, но и финансовый. Зачастую экономические издержки, вслед за энергетическим потреблением, имеют слишком большую долю в затратах организации. Оптимизировать энергопотребление и повысить энергетическую эффективность на фирме призвана система энергетического менеджмента. Энергетический менеджмент – это

комплекс сберегающих энергию и повышающих энергетическую эффективность мероприятий, осуществляющихся на предприятии для получения положительного экономического эффекта и улучшения экологической ситуации. Для успешного осуществления системы энергетического менеджмента необходимо проведение следующих действий: энергетический аудит и анализ потребления энергетических ресурсов, разработка энергосберегающих мероприятий, внедрение программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности, контроль показателей энергетического потребления. Качественный энергетический менеджмент организации дает возможность сильно снизить затраты на топливно-энергетические ресурсы, увеличить продуктивность и эффективность работы, а также улучшить репутацию и изменить имидж. Путем единовременных инвестиций в энергосберегающее оборудование организация экономит на энергетических издержках в дальнейшем большое количество времени при условии окупаемости вложений в среднем в 5-7 лет. Благодаря изменению энергетической политики организации экономятся не только средства самой организации, но и улучшается экологическая обстановка в мире, кроме того сохраняются не возобновляемые ресурсы. Именно это может служить инструментом улучшения имиджа фирмы, поскольку экологическая проблема одна из самых актуальных и злободневных в нынешних реалиях.

Окна: больше не просто для того, чтобы впустить свет

Ляпустина Н.Г.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
natliy9900@gmail.com

Сотрудники компании Ubiquitous Energy соберутся в конференц-зале с окнами, выходящими на улицу, чтобы заглянуть в будущее. Их новые стеклянные панели будут предлагать больше, чем потрясающий вид на засушливые горы и голубое небо ландшафта Северной Калифорнии. Они будут удвоены в качестве солнечных панелей, способных питать огни компании, ноутбуки и кондиционеры воздуха. Сила заключается в слоях органических полимеров между листами стекла. Некоторые пропускают весь свет, другие поглощают фотоны невидимого инфракрасного и ультрафиолетового света. Когда свет попадает в окно, поток электронов между слоями полимера создает электрический ток, собирающийся микроскопическими проводами в стекле.

Окна производят примерно на треть больше электроэнергии от заданного количества солнечного света, чем типичные солнечные элементы в панелях крыши, и они примерно наполовину прозрачны, как обычное стекло.

Но этих спецификаций уже достаточно, чтобы сделать Windows жизнеспособным продуктом, говорит Хардев, добавляя, что компания, вероятно, значительно улучшит прозрачность. Что касается более низкой выработки электроэнергии, он отмечает, что окна могут охватывать гораздо большую площадь поверхности, чем крыша, поэтому само количество окон будет поглощать электрическую продукцию с крыши, полной более эффективных солнечных панелей. “Вы могли бы сделать и то, и другое, — говорит Хардев. “Но ты получишь больше из окон.”

С мировыми мегаполисами, вновь открывающими свою любовь к небоскребам, сверкающие башни превратились в светильники каждого городского пейзажа. Но стекло, которое покрывает их, едва ли вообще эволюционировало.

Контроль температуры является большой проблемой. Деньги, потраченные в США на энергию (18%) идут на отопление и охлаждение зданий. По данным Национальной лаборатории Лоуренса Беркли, более половины денег уходит в окно – буквально в холодные дни, или они утекают обратно в кондиционированные здания летом.

Чтобы улучшить изоляцию, теплоотражение без ущерба для четкого обзора, Michigan-based Mackinac Technology разрабатывает тонкий лист многослойного пластика с покрытием, помещающийся поверх обычного оконного стекла. Слои пластика задерживают воздух между

ними для усиления изоляции, покрытие отражает инфракрасные лучи — тип, который несет большую часть тепловой энергии, но пропускает видимый свет. Генеральный директор Джон Слэгтер утверждает, что окно Mackinac на самом деле яснее, чем стекло. Секрет, говорит он, заключается в его невидимом покрытии, которое позволяет пластиковой поверхности отражать меньше света, чем стекло. Что, в свою очередь, увеличивает количество света, проходящего через окно, улучшая четкость. Лист, располагающийся и прикрепляющийся к существующему окну может в четыре раза увеличить изолирующие свойства как с одним стеклом, так и стекла с двойным стеклом, но при этом достаточно легок, чтобы существенно не увеличить вес окна.

Бывают случаи, когда высокая четкость является скорее проблемой, чем решением – а именно, когда выходящие на юг окна здания передают солнечные блики. "Яркое солнце может помочь нагреть комнату, но люди не любят работать на полном солнечном свете", — говорит Майкл Макгейхи, исследователь материаловедения в Университете Колорадо в Боулдере. "Они обычно заканчивают тем, что опускают жалюзи и оставляют их там, теряя вид и все преимущества солнечного света."

Чтобы сохранить солнечный свет, теряя блики, группа McGehee работает над улучшениями для "электрохромных" окон. Их цель-окно, которое может потемнеть при щелчке переключателя, чтобы отфильтровать худшую часть бликов, позволяя при этом пропускать только нужное количество солнечного света для комфорта. Для этого окна McGehee включают в себя слой, который сочетает в себе оксид индия олова с платиной, и второй слой оксида никеля, с раствором лития между ними. Когда небольшое напряжение подается на два слоя, они действуют как электроды, создавая электрическое поле, которое заставляет ионы лития перемещаться по раствору и цепляться за слой оксида никеля.

Хотя литий прозрачен в растворе, когда он покрывает оксид никеля, он становится полупрозрачным. Нужно всего лишь 10 нанометровый слой лития на электроде, чтобы блокировать большую часть света. Получается окно, которое действует как "солнцезащитные очки для здания". Кроме того, изменение напряжения позволяет набирать номер с определенным уровнем затемнения.

Если эти проекты окажутся коммерчески успешными, windows может стать важной частью умных городов, которые будут удобными и зелеными в течение ещё одного-двух десятилетий. Это был бы шаг к сокращению углеродного следа человечества до нуля.

Повышение энергоэффективности в транспортной сфере

Максимов А.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
sasha1996_07@inbox.ru

Вопрос внедрения и развития энергосберегающих технологических решений в транспортной системе крупных мегаполисов России сегодня приобретает всё большую актуальность. Это обусловлено целым рядом причин. Во-первых, для холодного периода года, который длятся в России до пяти месяцев, характерно чрезмерно большое потребление топливно-энергетических и горюче-смазочных ресурсов, во-вторых, для крупных городов России по-прежнему сохраняется проблема с загрязненностью воздуха отработанными продуктами сгорания топлива и выбросами парниковых газов.

Поднимая проблему энергосбережения в транспортной сфере жизни мегаполисов, одним из ключевых источников потребления энергоресурсов является автотранспорт. Как личный, так и общественный. Так как современные технологии пока не позволяют в значительной степени сократить потребление топлива со стороны автомобиля, его необходимо сокращать со стороны пользователя. В качестве основных мер по сокращению потребления топлива, а вместе с тем и времени пользования автомобилем, можно выделить:

• Борьбу с заторами на дорогах, путём строительства развязок, комплексной оптимизации работы светофорного оборудования и организации логически обоснованных схем движения на сложных перекрёстках;

• Комплексное развитие улично-дорожной сети, позволяющее в значительной мере сократить пустые перепробеги автотранспорта;

• Развитие общественного транспорта.

Развитие и организация нормальной работы общественного транспорта – вот ещё одна из важнейших мер, позволяющих сократить потребление топливных и энергетических ресурсов на региональном уровне, уменьшить вредные выбросы в атмосферу крупных городов и повысить скорость и удобство передвижения пассажиров.

Рассмотрим несколько предложений по развитию системы наземного общественного городского пассажирского транспорта, сокращению затрат на его работу и повышению энергоэффективности.

1. Развитие маршрутной сети городского общественного транспорта

Практически во всех крупных городах нашей страны организация движения и схемы маршрутов крайне неэффективны. Схемы построения маршрутной сети, разделения на основные и второстепенные маршруты крайне устарели и не совершенствовались с 1990-х годов. Они организованны таким образом, что в каждом округе города существует группа основных маршрутов, которые проходят по основным магистралям города и зачастую копируют друг друга на 80% и более. При этом отсутствуют функциональные маршрутные связи даже между соседними районами города. И если в Москве эта проблема во многом решается за счёт метро, то в подавляющем большинстве других крупных городов метрополитена нет. Рассмотрим, к примеру, Ростов-на-Дону. В центре есть несколько крупных транспортно-пересадочных узлов, таких как ж/д вокзал «Ростов-Главный» и «Центральный рынок». Подавляющее большинство маршрутов расходятся от них в разные части города, как «лучики». При этом во многих частях города отсутствуют прямые связи между этими «лучиками». Решение проблемы достаточно простое и не требует ни материальных ни ресурсных затрат. Необходимо пересмотреть маршрутную сеть города, ликвидировать неэффективные и дублирующие маршруты и создать новые. Количество единиц подвижного состава и общая протяжённость маршрутов не изменятся, а пустые перепробеги транспорта и расход топлива сократятся также, как и время поездки для пассажиров.

2. Развитие пассажирского электротранспорта

За последние 10-20 лет практически во всех городах были закрыты многие троллейбусные и трамвайные маршруты. Их заменили дизельные автобусы. Даже Москва – троллейбусная столица мира – лишилась порядка половины своих маршрутов. Однако многие мировые специалисты утверждают, что будущее общественного транспорта за электротранспортом. В первую очередь это скоростной трамвай и электробус. Электробусы бывают двух типов: с быстрой зарядкой (такие представлены в Москве) и с динамической подзарядкой (от контактной сети, как в Санкт-Петербурге). Использование вторых более рационально, эффективно и экономически обосновано. Такому электробусу не требуется создание с нуля сложной и дорогостоящей инфраструктуры, небольшая часть маршрута проходит под уже существующей контактной сетью троллейбуса. Также электробус с быстрой зарядкой нельзя назвать экологичным, т.к. в зимний период отопление в нём осуществляется от дизельной установки, а также срок службы аккумуляторов значительно меньше и составляет порядка 3-х лет.

3. Современный подвижной состав

Одним из ключевых направлений в повышении энергоэффективности общественного транспорта является закупка нового подвижного состава и модернизация старого. К примеру, применение энергоэффективных тяговых приводов на подвижном составе вкупе с современной бортовой системой, что позволяет снизить расход электроэнергии во время работы трамвая или троллейбуса. А также модернизация системы управления, применение вместо контакторной, транзисторной системы управления тяговыми двигателями. При этом достигается экономия электроэнергии не менее 20% за счёт безреостатного пуска.

Оценка повышения энергоэффективности тепловых сетей при замене металлических трубопроводов на пластиковые

Маликова И.С., Дубинец А.О.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Неверова Н.В.
МАИ, Москва
ira_am_12@mail.ru

At the present day, energy efficiency of the resource is one of the priority task. An actual problem is use of energy-saving devices designed for the transfer of heat energy. In this paper we will research the performance indicators of plastic pipelines in relation to steel pipes.

According to statistics, approximately 70% of pipes in Russia are metal. Increasingly, these pipes are falling into damage. The main problems are corrosion, circuit breakage due to temperature changes, low service life and increasing product cost. Energy efficiency is reduced because, a lot of energy is spent on heating the pipe and released into the environment.

In this regard, it is gradually being replaced with plastic pipes that have a good energy-saving shell. Their mechanical strength and thermal conductivity are higher.

To analyze the advantages of using plastic pipes we built in the Solidworks software package, a dynamic model of the pipe. This model is calculated using the finite element method. To test the material, the model is subjected to a real load created by the liquid, as well as external static forces. The deformation will be determined for the steel and plastic sample. And also will be determined a temperature-dependent property. The calculated data obtained for each material is used to describe the fatigue life of the samples. According to the hypothesis, in a steel sample where the stresses significantly exceed the stresses on a plastic sample, the durability will be lower, which will lead to rapid destruction.

As a result of the work, we have a qualitative and quantitative assessment of the energy efficiency of using plastic pipes.

References:

1. Artyushina, G.G., Sheypak, O.A., Golov, R.S. Podcasting as a good way to learn second language in e-learning. ACM International Conference Proceeding Series 2017, p. 51-55 8th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning, IC4E 2017; Kuala Lumpur; Malaysia; 5 January 2017 to 7 January 2017; Code 126595.

2. Artyushina G.; Sheypak O. Mobile Phones Help Develop Listening Skills Informatics journal-article DOI: 10.3390 / informatics5030032, 2018 — 07 -27

3. Neverova N., Rybakova L., Eremeenkov N., Galyuk N., Fedotova L., Nikol'skaya E. Studying The Innovative Methods Of Specialists Training In Aerospace Complex International Journal of Scientific & Technology Research December 2019 ISSN 2277-8616.8 (12): 1624-1629 Rr.

4. Oshchepkova E.S. World and Russian air transportation markets: a comparative analysis // Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education “State University of Management”. Innovation and investment. No. 11, 2017. 208 – 211 Pp.

5. Chapenko A.A. Competitiveness of the world's leading airlines: a comparative analysis. // St. Petersburg University of Economics. No. 8 (38), 2019. 17 Pp.

Альтернативные источники энергии для аэрокосмической промышленности

Маркевич М.Н., Сказкина Ю.Н.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
max11101999@mail.ru

Our modern industrial society requires consummation of a huge amount of energy to make our daily life more comfortable, productive, and enjoyable. Every day, people use energy to heat and light their homes and work areas, as well as for production, industrial use, including aerospace

industry. The aim of our work to analyze scientific approaches to the use of alternative energy sources for aerospace industry.

Energy sources fall into two main categories: non-renewable and renewable. Non-renewable energy sources. Wood has a high calorific value, and combustion does not produce gases that poison the atmosphere. It makes a valuable product that can be used as a fertilizer. So-called black gold, people get heat and electricity from it. Oil is inexpensive enough to turn into energy. Oil has been known since ancient times, it was used as a binding material in construction and for embalming the dead. And also for the production of candles — paraffin-is a product of oil distillation. Natural gas is a valuable mineral and is one of the main sources of fuel. It is indispensable in industry and urban infrastructure.

The main advantage of non-renewable energy sources is their abundance and affordability. An example is oil and diesel fuel which is a good choice for refueling vehicles. Non-renewable energy sources are cost-effective and easier to produce and use, partly due to its traditional use. When extracting non-renewable energy, their byproducts that they leave behind cause damage to the environment.

People are used to relying on non-renewable energy sources, this is the main drawback. The burning of fossil fuels continues to grow, producing high levels of carbon dioxide, which climate scientists believe is the main cause of global warming.

Renewable energy sources. Renewable sources are more attractive in many ways. Renewable sources are extracted and quickly replenished from nature and generally do not pollute the environment when used for power generation. The five most commonly used renewable energy sources are hydro, solar, wind, biomass, and geothermal. We have to admit that they are not widely used in the aerospace industry yet. In this regard, scientists consider alternative and renewable energy sources as the energy of the future.

One type of the renewable energy is the water of fast rivers. When large dams are built, millions of kilowatts of energy can be generated to control water. Our planet, and all living organisms that exist on it, receives the energy of the sun in the form of sunlight and heat. Solar energy is a source of renewable and environmentally friendly energy. Wind power is relatively cheap in the long run. You can extract energy from the wind using a wind generator.

By fully switching to alternative energy sources, you can not only get virtually free heat, electricity and eco-fuel, but also clean the environment from harmful emissions and greenhouse gases. Advantages of renewable energy sources: no impact of RES on the environment; there is no need to transport energy (electricity) to the place of consumption; conserve water, which is often used for the production of; reduced fuel consumption; positive impact of RES on the stability of energy systems under conditions of limited access.

Disadvantages of renewable energy sources: There is insufficient discussion of state support measures. Lack of the necessary transport infrastructure, which at the same time limits the choice of technical solutions for renewable energy facilities. Shortage of enterprises that would produce equipment for renewable energy needs. The absence of persons who would be adequately able to provide service of the equipment of renewable energy sources.

Альтернативные энергоносители

Масалимов Д.Р.
Научный руководитель — Щекочихин В.В.
МАИ, Москва
dinismasalimoff@yandex.ru

Ученные неоднократно предупреждали о возможном исчерпании известных и доступных для использования запасов газа и нефти. Послевоенное время было использовано столько минерального сырья, сколько за всю историю человечества.

С развитием промышленности и техники, потребление энергии выросло в несколько раз. Было даже выдвинуто специальное понятие «опережающее развитие энергетики». Это может означать только одно, что ни одно предприятие, ни один экономически развитый мегаполис

или просто дом нельзя построить, пока не будет создан источник энергии, которую он будет потреблять. Именно поэтому, по количеству добываемой энергии и его потребления можно судить о технической и экономической мощи государства.

На сегодняшний день все большую популярность в мире приобретают альтернативные источники энергии. Основным преимуществом альтернативной энергии является его возобновляемость. К ним можно отнести: энергию солнца, ветра, приливов, глубинное тепло Земли, топливо из биомассы.

Созданием топлива из биомасс на данный момент практически занимаются во всем мире и уже есть государства, которые перешли на этот вид энергии, например, в Финляндии использование привычного вида топлива сократилось на 25 % за счет биотоплива, а лидером по использованию биомассы в качестве источника энергии является Германия.

Конечно, необходимо понимать, что полностью заменить привычную для нас нефть сразу не получится, для этого должен пройти определенный период времени. Зато уже сейчас можно увидеть основные преимущества альтернативной энергетики:

- Выбросы CO и CO2 сократились на 50 %
- Значительно дешевле нефтепродуктов
- Можно использовать в чистом виде, и в смеси привычным топливом
- По сравнению с обычным топливом, значительно безопаснее для нашей экологии
- Легко разлагается микроорганизмами в течении двух недель
- Продлевает работоспособность двигателя (не образуется нагар в цилиндрах)

Таким образом, человечеству необходимо постоянно совершенствовать способы получения энергии, так как основным недостатком альтернативной энергетики является дороговизна, в большой потребности количества материалов и в очень обширной территории, но бездействие обойдется дороже, ведь мы так быстро сжигаем нефтепродукты и загрязняем экологию, что может привести Землю к глобальной экологической катастрофе.

Результаты внедрения системы энергетического менеджмента на предприятии

Мохова К.М.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарёва М.Б.
МАИ, Москва
kristi6755@mail.ru

В данной статье мы рассмотрим с аналитической точки зрения оценку эффективности системы энергетического менеджмента, которая позволяет снизить объемы потребления энергоресурсов на предприятиях.

Исходя из опыта числа мировых стран, таких как Дания, США, Ирландия, Нидерланды можно увидеть, что большая часть организаций промышленного сектора, которые внедрили систему энергоменеджмента, в среднем увеличили свою энергетическую эффективность на 2-3%, когда в то же время предприятия, которые не внедрили систему энергоменеджмента увеличили свою энергоэффективность лишь на 1%.

В России, документ который регламентирует вопросы внедрения энергетического менеджмента называется ГОСТ Р 57934-2017.

Целью данного документа является передача предприятиям механизма разработки процессов и систем, которые позволят снизить энергозатраты и повысить энергетическую эффективность потребления энергоресурсов. Большой потенциал сбережения энергии был выявлен в индустрии промышленности, топливно-энергетическом комплексе, ЖКХ, где ожидалось сберегать до 25 % потребляемых энергоресурсов.

Международный стандарт ISO 50001 основывается на постоянном цикле улучшения PDCA:

1) Планирование (на данном этапе проводится энергетический анализ, ставятся задачи, цели и разрабатываются мероприятия по энергосбережению)

2) Осуществление (На этом этапе цикла внедряются мероприятия по энергоменеджменту)

3) Проверка (Осуществляется мониторинг и измерение процессов внедренных мероприятий)

4) Действие (Принимаются действия по постоянному улучшению результатов проведенной деятельности в области энергетики)

Так же к внутренним процессам, затрагиваемым при внедрении системы энергоменеджмента относятся: 1) Информирование персонала о необходимости и экономическом эффекте энергосбережения, о том каков ожидается план работы над этим и конечно же о результатах. 2) Внедрение инструмента планирования, позволяющего копить профильную информацию, разбирать её, брать на себя управленческие заключения и изучать эффективность вносимых мероприятий, довольно часто таким инвентарем считается электрическая информационно-аналитическая система. 3) Осуществление действий по постоянному улучшению результатов деятельности в области энергетического менеджмента.

Внедрение СЭнМ в долгосрочной перспективе ведет к ощутимой экономии энергетических ресурсов, сокращению множества затрат и повышению энергетической эффективности предприятия, на котором проводились энергосберегающие мероприятия.

Роль энергетического аудита в системе энергетического менеджмента

Олейникова М.В., Янкова А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
oleinikova-masha@mail.ru

Наша работа обусловлена необходимостью достижения поставленной перед обществом стратегической задачи повысить валовой внутренний продукт в несколько раз и снизить его энергоемкость. Это позволит перейти в разряд высокоразвитых стран, а не оставаться их позади. Такая задача может быть решена только за счет перевода экономики России на энергосберегающие технологии и повышения энергоэффективности используемых топливно-энергетических ресурсов. Метод нашего исследования: анализ выполнения законов и законодательных актов правительства по энергосбережению и проблем, мешающих одной из богатейших стран мира по запасам и добыче топливно-энергетических ресурсов перейти в разряд высокоразвитых стран. Результат рассмотренного содержания основных функций энергетического менеджмента: планирования, организации, мотивации и контроля, а также виды и содержание энергетического аудита. Показано, что только с помощью углубленного энергетического аудита, сформировав банк объективных данных об энергетических потоках, можно реализовать функции энергетического менеджмента; рассчитать топливно-энергетические балансы оборудования, предприятия, региона, страны, позволяющие надежно и бесперебойно обеспечивать топливно-энергетическими ресурсами предприятия и регионы. Таким образом, в ходе исследования был сделан вывод о том, что без достоверного комплексного энергетического аудита в сфере производства и потребления топливно-энергетических ресурсов, а также использования всех рычагов энергетического менеджмента невозможно эффективно управлять энергосбережением в стране и снизить энергоёмкость ВВП.

Биоэнергетика в России

Петрова А.А., Леус Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
petrovaalena_98@mail.ru

Биоэнергетика – новая активно развивающаяся отрасль хозяйства, подразумевающая получение топлива из биомассы. Эта научная и фундаментальная дисциплина направлена на решение проблемы получение биологического топлива и сохранение окружающей среды.

Биоэнергетика подразумевает использование новых технологий, требующие массового внедрения в энергетический баланс, полной поддержки со стороны государства.

Энергия может извлекаться из трех основных видов топлива: твердого, жидкого и газообразного. Твердое биотопливо может применяться как конечный продукт (дрова, торф, брикеты из навоза), так и перерабатываться в другие виды топлива – жидкое и газообразное.

Жидкое биотопливо в это время является таким же эффективным, как нефтепродукты, используется в двигателях внутреннего сгорания, но наносит гораздо меньший ущерб окружающей среде.

Газообразное биотопливо является достойной альтернативой природному газу при меньшем количестве вредных выбросов в атмосферу и находит применение в тех же областях: эксплуатация газовых отопительных котлов и газовых плит, автомобильное топливо и так далее. С помощью газообразного топлива производится как тепловая, так и электрическая энергия.

Развитие биоэнергетической отрасли в России должно было стать приоритетным с целью добычи энергии из возобновляемого источника сырья. Однако, на протяжении длительного времени Россия не относилась должным образом к развитию этой отрасли, считая, что в стране достаточно запасов нефти, газа и других энергоемких ископаемых. В настоящее время Россия сильно отстает от зарубежных соседей по использованию биогаза с целью получения электрической и тепловой энергии. Каждый год в России образуется 60 млн. тонн отходов, которые при переработке анаэробным сбраживанием могут преобразовываться в 70 млрд. кубометров газообразного биотоплива, которые соответствуют энергоемкости 35 млн. тонн дизельного топлива. При этом процессе производится 144 тыс. ГВт*ч электрической энергии или 1 млрд ГДж тепловой.

Блокчейн на пути к повышению энергоэффективности

Пушкарев М.Д.
Научный руководитель — Яримака В.В.
МАИ, Москва
maxsim.pushkarev01@gmail.com

The main benefits of blockchain in the energy sector are:

-Reduced costs

-Environmental sustainability

-Increased transparency for stakeholders while not compromising privacy

The impact of blockchain technology on the wholesale distribution of energy lies in: companies looking to implement blockchain technology into wholesale electricity distribution focus on connecting end-users with the grid. Blockchain technologies combined with IoT devices enables consumers to trade and purchase energy directly from the grid rather than from retailers.

The impact of blockchain technology on energy data management reveals in the following: blockchain can provide consumers greater efficiency and control over their energy sources. Additionally, an immutable ledger provides secure and real-time updates of energy usage data. Various types of energy data include market prices, marginal costs, energy law compliance, and fuel prices.

The gas & energy commodity trading industry is another realm of potential disruption through the use of blockchain technology. Companies have invested millions in building proprietary trading platforms tailored to the unique energy trading industry. Significant costs are required to maintain, update, and secure these systems. Commodities trading requires maintaining a massive ledger that records trades and commodity prices at specific moments in time. Applying blockchain technology to commodity trading would be cheaper and more efficient than existing proprietary systems.

The impact of blockchain technology on the oil and gas industry is contained in the following: the implementation of blockchain technology in oil and gas trading can lower costs associated with the maintenance of various trading systems. Furthermore, blockchain can also reduce costs associated with labor, data management, data visibility, settlement delays, and inter-system communication.

Also, a platform that utilizes smart legal contracts can replace time, energy, and money currently required by all involved energy companies. An immutable ledger can help manage and track data that is necessary for all stages of oil and gas production. This would further save both time and money by ensuring nothing is misplaced or lost.

Оценка возможностей по продвижению энергосберегающей продукции на промышленном предприятии

Пярксон В.Е.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
Vera_p-2011@mail.ru

Актуальность работы.

В данный момент на государственном уровне развития современных технологий-энергосбережение приобретает все большую популярность из-за

того, что сформировался рынок энергосберегающих технологий, способствующий появлению энергосервисных компаний, оказывающих услуги в области энергосберегающих программ. Многие организации прилагают старания включать в свои программы развития различные способы повышения качества, оптимизации издержек и улучшения конкурентоспособности продукции на производственном рынке. С помощью этих решений вероятно улучшение характеристик энергосберегающей продукции, что вынуждено положительно сказаться на экономических показателях, которые очень важны в условиях современного производственного рынка.

Предметом исследования являются выявление проблем внедрения энергосберегающих технологий в промышленности и разработка практических рекомендаций по решению ключевых проблем энергосбережения.

Объектом исследования является промышленные предприятия России.

Задачи:

1. Изучение истории в составлении карты потребления энергии на предприятии.
2. Сравнение и выявление недостатков существующих энергосберегающих проектов.
3. Прогнозирования и отчетность работ по энергосбережению.
4. Оценить эффективности и выделения лучшего опыта в энергосберегающей деятельности.

Гипотеза: раскрытие особенностей энергосберегающей продукции позволит сформировать личностное мнение о необходимости массового внедрения и применения её на основе проведенного анализа имеющейся информации.

Практическая значимость: данное исследование может пригодиться для дальнейших целей на практике российских промышленных предприятий по продвижению энергосберегающей продукции.

Суть проблемы: малый опыт в области энергосбережения промышленности России, потребность дальнейшего рассмотрения причин недостаточного внедрения энергосберегающих технологий российскими промышленными предприятиями и разработке указанных мер по их использованию.

Вывод:

Таким образом, были проведены исследования и расчеты, которые показали, что для предотвращения негативного влияния на окружающую среду необходимо выводить из эксплуатации устаревшее неэффективное генерирующее оборудование, производить снижение загрузки простаивающих энергоблоков для оптимизации затрат энергоресурсов, а также переход на наилучшие доступные технологии (НДТ), который государство планирует начать в 2020 году для всех производственных организаций в обязательном порядке. В частности, удалось добиться внедрение сертифицированных приборов, систем учёта и регулирования расхода энергоресурсов. Были получены расчетные данные, которые свидетельствуют об улучшении характеристик энергосберегающей продукции.

Солнечные колодцы

Рахимов А.А.
МАИ, Москва
protodino@yandex.ru

Солнечные панели обеспечиваю электроэнергией славно служа человечеству. Но потребности людей в ходе всей её истории неуклонно росли и в скором времени наши потребности в электроэнергии вырастут и в космосе. Я предлагаю для частичного компенсирования использовать те же солнечные панели, но для этого предлагаю использовать их в другой конструкторской схеме, нежели принято – напрямую.

Одной из проблем солнечных панелей является то, что часть солнечной энергии, падающего на поверхность, отражается. Но что если бы мы использовали весь тот свет, который падает на поверхность панелей? Для осуществления этого замысла вспомним модель абсолютного черного тела, а точнее её модель.

Представим себе полое сферическое тело толщиной стенки бесконечно малой и с небольшим отверстием. Как и в случае с моделью абсолютного черного тела свет будет многократно отражаться от внутренних стен этого тела, пока полностью не поглотится её стенками. Но если обклеить эти стенки фотоэлементами, используемые на солнечных батареях, то мы сможем полностью преобразовать её в электроэнергию в зависимости от КПД фотоэлементов. Но такая конструкция уступает тем же солнечным панелям, если бы эти элементы находились на панели и были направлены на солнце. Но если перенаправить солнечную энергию, падающую на ту же площадь, то мы получим больше энергии. Для этого используем «колодцы». Они будут обладать большой площадью и направлять солнечные лучи в центр конструкции. Так как весь луч будет падать на первую панель, тем самым делая конструкцию неэффективной, в входное отверстие поставим рассеивающую линзу.

Для улучшения конструкции мы можем поставить защитный иллюминатор и откачать воздух, тем самым оставив фотоэлементы открытыми. Для простоты конструкции можем поменять сферическую основу на цилиндрическую или вовсе на ферму, защищенную дополнительным слоем ЭВТИ.

Поговорим по подробнее об самом собирающем устройстве солнечных лучей. Для простоты транспортировки она будет раскрываемая, как солнечные паруса, но для того чтобы она принимала определённую форму вставим ребра. Ребра будут представлять собой надувную конструкцию, которая будет принимать заранее заложенную форму при подаче газа через насосы. После раскрытия этого колодца солнечные лучи, падающие на её поверхность, будут фокусироваться в одном где-то посередине этого колодца на оси симметрии. Здесь эти лучи будут уходить внутрь нашей небольшой электростанции с помощью зеркал, которые будут установлены на специальный статичный каркас. Зеркала будут установлены в виде конуса, направленного острием внутрь конструкции. В итоге это должно будет похоже на спутниковую тарелку.

Поговорим о плюсах и минусов. Начнём с положительных моментов. Первое, и главное для чего разработал эту конструкцию, это то, что отраженный свет с поверхности будет использован повторно, чтобы получить дополнительное количество электроэнергии. Второе, не менее важный фактор, срок службы данной конструкции будет определяться продолжительностью службы колодца, а не самих фотоэлементов. Последнее может обернуться негативным фактором, если срок службы колодца окажется меньше, чем у обычной солнечной панели.

Главное отрицательное качество берёт свое начало в самой модели абсолютного чёрного тела. Конструкция будет все время нагреваться, поэтому нужно поставить дополнительно систему охлаждения, чтобы отводить излишнее тепло. Вторым негативным фактором является то, что конструкция будет неподвижно соединена с конструкцией аппарата, и должна быть направлена всегда на солнце, в отличие от обычных солнечных панелей, которые сами разворачиваются в нужном направлении.

Солнечная энергия самый дешёвый источник энергии, и пока мы не нашли альтернативы этому, мы должны научиться использовать его по максимуму всеми доступными способами.

Проблемы энергосбережения в РФ и пути их решения с учётом отечественного и международного опыта

Рашидов А.И., Качанов Д.К.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
zzzchivay@mail.ru

Проблемы энергосбережения относятся к актуальнейшим проблемам глобальной постиндустриальной экономики. Для России они являются особенно важными потому, что расход энергии на единицу валового внутреннего продукта в стране в среднем на 30% выше, чем в остальных индустриально развитых странах. Из стран, входящих в десятку крупнейших потребителей энергии в мире, ни одна не потребляет больше энергии на единицу ВВП, чем Россия. С одной стороны, нельзя не учитывать тот факт, что более высокий уровень энергоемкости российской экономики может быть объяснен объективными, существенными причинами такими как: высокая доля энергоемких отраслей в промышленном производстве, суровые климатические условия, огромные масштабы территории страны и другие. С другой стороны, можно действительно говорить о наличии неэффективного, расточительного расходования энергетических ресурсов. Доля энергетических затрат в себестоимости российской продукции составляет 10-25%.

Инструменты энергоэффективности (мировая практика):

1. Принудительные мероприятия — законодательно закрепленные нормы и инициативы, внедряемые «сверху». Эти решения наиболее популярны в странах Европы, где законопослушное население и производители поддерживают обязательные государственные программы.

2. Стимулирующие мероприятия подразумевают воздействие на производителя. В странах, активно использующих этот метод, в ход идут инструменты финансового стимулирования, а также PR-инструменты. Просчитать экономическую эффективность подобных решений сложнее, нежели в случае с государственной программой

3. Просветительские методы подразумевают воздействие на непосредственного потребителя, формирование новой потребительской культуры, основанной на бережном природопользовании и сознательном выборе энергосберегающих технологий. В свою очередь, потребительский спрос определяет предложение — производители внедряют «зеленые» решения, чтобы соответствовать пожеланиям покупателей.

Энергетическое развитие Дальневосточного федерального округа России

Рубанова А.И.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
Ashas_r@mail.ru

Дальневосточный федеральный округ объединяет девять регионов — крупнейшую по площади в стране Республику Саха (Якутию), которая живет в двух часовых поясах, три края — Хабаровский, Приморский и Камчатский, три области — Амурскую, Магаданскую и Сахалинскую, единственную в России автономную область — Еврейскую, а также Чукотский автономный округ, вышедший из состава Колымы.

Остров Сахалин не имеет сухопутной границы с другими регионами РФ и самим материком. Зато практически все территории округа (кроме Амурской области и ЕАО) имеют выход к морям; а сам ДФО граничит с КНР и КНДР по суше, а с Японией и США — по морю.

Примечательно! ДФО – крупнейший по размерам территории (более 6,1 млн кв. км, или 36,08% площади всей страны), но самый малонаселенный округ в России (около 6,2 млн человек, или примерно 4,5% населения РФ). Для округа характерна низкая плотность населения – чуть больше одного человека на квадратный километр, огромная

неравномерность расселения – большая часть сосредоточена в Хабаровском и Приморском краях, а также в Приамурье, то есть вдоль узкой полоски Транссиба. Все постсоветское время с Дальнего Востока постоянно уезжают люди: так, ещё в 1991 году в округе проживало более 8 млн человек. Сопоставимой по масштабам депопуляции (более 20%), пожалуй, не пережил ни один регион России (Россия в целом с 1989-го по 2010 год потеряла 3,5% населения, Сибирь — 8,6%).

Актуальность:

С точки зрения потенциала Дальний Восток действительно уникален. Здесь сосредоточены богатейшие запасы полезных ископаемых, здесь сохранились огромные территории, не тронутые рукой человека. Ещё в годы СССР Дальний Восток закрепился в статусе "сырьевого придатка" страны; в постсоветские годы этот статус только укреплялся. Конкурентоспособность его экономики в советское время держалась на трех китах — централизованных капвложениях и кредитах, гарантированных рынках сбыта и специфической системе цен и тарифов. В годы новой России все эти условия исчезли. Следствием стало "упрощение» экономики, лидерство в которой занял сырьевой сектор, причем зачастую в сегментах "первого передела".

На практике инвестиционная привлекательность ДФО разбивается о подводные рифы нерешенных проблем:

• Сложные, даже экстремальные природно-климатические условия;

• Слабая освоенность территорий, огромные расстояния между регионами, до многих из которых добраться можно только на самолёте;

• Отдаленность от промышленно-развитых районов страны;

• Недостаток транспортной инфраструктуры изолированность и обветшание энергетической инфраструктуры;

• Продолжающийся отток населения;

• Экологические проблемы, особенно в точках сырьевой экономики.

Возобновляемые источники энергии

Сафонова А.М.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
safonova_sanya@mail.ru

Возобновляемые источники энергии буквально находятся в солнечном свете, в воздухе, глубоко под землей и в наших океанах. Они являются частью физической структуры планеты, что означает, что они постоянно обновляются естественными средствами.

Эти устойчивые источники энергии часто называют «альтернативной энергией», потому что они считаются альтернативой традиционным ископаемым видам топлива, таким как нефть и уголь. Тот факт, что источник энергии является возобновляемым, не означает, что он на 100% экологически безопасен. Ветровые турбины используют солнечную энергию для выработки чистого электричества, но производственный процесс оказывает воздействие на окружающую среду.

Тем не менее, все говорят, что альтернативные источники энергии имеют гораздо меньший экологический след, чем ископаемое топливо.

Посмотрим на четыре источника чистой энергии, которые можно использовать прямо или косвенно, чтобы помочь нашему миру стать зеленым и бороться с глобальным потеплением.

Солнечная энергия

Солнечный свет является возобновляемым ресурсом, и его самое непосредственное использование достигается путем захвата солнечной энергии. Различные солнечные энергетические технологии используются для преобразования солнечной энергии и света в тепло: освещение, горячая вода, электричество и системы охлаждения для предприятий и промышленности.

Фотоэлектрические системы используют солнечные элементы для преобразования солнечного света в электричество. Солнечные системы горячего водоснабжения могут использоваться для отопления зданий путем циркуляции воды через плоские солнечные коллекторы. Коммерческие и промышленные здания также могут использовать солнечную энергию для более крупных нужд, таких как вентиляция, отопление и охлаждение. Наконец, продуманные архитектурные решения могут пассивно использовать солнце как источник света для отопления и охлаждения.

Энергия ветра

Ветер можно считать формой солнечной энергии, поскольку ветра вызывают неравномерное нагревание и охлаждение атмосферы Ветровой поток может быть захвачен ветряными турбинами и преобразован в электричество.

Доступны коммерческие ветроэнергетические системы для удовлетворения потребностей многих организаций в возобновляемых источниках энергии.

Энергетические ветряные электростанции вырабатывают электроэнергию, которую в некоторых странах можно приобрести на оптовом рынке электроэнергии.

Геотермальная энергия

Геотермальная энергия получается из тепла Земли. Это тепло может быть получено близко к поверхности или из нагретой скалы и резервуаров с горячей водой, которые находятся под нашими ногами.

Геотермальные электростанции используют эти источники тепла для выработки электроэнергии. В гораздо меньших масштабах система геотермального теплового насоса может использовать постоянную температуру земли, находящейся всего в 3-х метрах под поверхностью, чтобы обеспечивать теплом близлежащее здание зимой или охлаждать его летом.

Геотермальная энергия может быть частью коммерческого энергетического решения в больших масштабах или может быть частью устойчивой практики на местном уровне. Прямое использование геотермальной энергии может включать отопление офисных зданий или производственных предприятий; помогает выращивать тепличные растения и может помочь в различных промышленных процессах (например, пастеризация молока).

Гидроэлектроэнергия

Вероятно, наиболее знакомый тип гидроэлектроэнергии генерируется плотинами для хранения воды в резервуаре, которая после выпуска протекает через турбины для выработки электроэнергии.

Это известно, как «гидроэлектростанция накачки», где вода циркулирует между нижним и верхним резервуарами, чтобы контролировать выработку электроэнергии в периоды низкого и пикового спроса.

Другой тип, называемый «гидроэлектростанцией реки», направляет часть речного потока через канал и не требует плотины.

Прямое использование гидроэлектроэнергии естественно зависит от географического положения. Предполагая, что надежный источник водных путей доступен, можно построить микро-гидроэлектростанции для снабжения электроэнергией фермерских хозяйств или небольших муниципалитетов.

Небольшие города могут использовать энергию местных водных путей, строя гидроэнергетические системы среднего размера.

Космическая солнечная энергетика

Сладков Р.И.
МАИ, Москва
roman.sladkov.2000@mail.ru

Масштабы надвигающихся энергетических и экологических проблем достаточно значительны, чтобы оправдать рассмотрение всех вариантов, включая пересмотр концепции под названием «Космическая солнечная энергия» (SBSP). Основная идея очень проста: разместить очень большие солнечные батареи на непрерывно и интенсивно освещённой

солнечной орбите Земли (1366 Вт/м^2), собирать гигаватты электрической энергии, электромагнитно направлять её на Землю и принимать на поверхности для использования в качестве мощности базовой нагрузки через прямое подключение к существующей электрической сети, преобразование в промышленное синтетическое углеводородное топливо или в виде низкоинтенсивной радиопередачи с передачей энергии непосредственно к потребителям. Одна полоса геосинхронной земной орбиты шириной в один километр пропускает достаточно солнечного потока в течение одного года, чтобы сравняться по количеству энергии с содержащейся во всех известных извлекаемых запасах обычной нефти на Земле. Это количество энергии указывает на то, что существует огромный потенциал для энергетической безопасности, экономического развития, улучшения управления окружающей средой, улучшения общего космического пространства и общей национальной безопасности для тех стран, которые строят и обладают возможностями SBSP.

Основные задачи, поставленные перед проектом:

1) Создание недорогого космического доступа и вспомогательной инфраструктуры на Земле и в космосе

2) Удаление большей части ранних технических рисков и неточностей

3) Упрощение политических, нормативных, правовых и организационных инструментов, которые будут необходимы для создания партнерства и отношений, необходимых для успеха этого проекта.

Цели, которые ставит перед собой проект:

1) Возможность быстрой и устойчивой доставки гуманитарной энергии в район бедствия

2) предоставления доступа к стратегически безопасным источникам энергии

3) Создание сверхдлительных воздушных или наземных системы наблюдения

Несмотря на успешные прогнозы, есть ещё множество вопросов, на которые стоит ответить, прежде чем приступить к реализации проекта. Цель последующих исследований будет состоять в том, чтобы полностью исключить фактор риска, а также создать оптимальный план экономического развития и строительства, который приведет к строительству коммунальных электростанций SBSP.

Проблемы энергоэффективности в России

Смирнова П.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
polina.smirnova.98@inbox.ru

Нехватка энергоресурсов – одна из проблем современной России. От того, насколько активно развивается и устойчиво работает топливно-энергетический комплекс, насколько быстро изучаются новые и оперативно эксплуатируются работающие нефтегазовые месторождения, зависит в итоге экономический рост и благополучие населения страны.

Энергосбережение является одной из самых важных задач 21 века. От результатов решения этой проблемы обусловливается место нашего общества в ряду развитых в экономическом отношении стран и уровень жизни людей.

Чтобы добиться экономии энергии нужно придерживаться некоторых критериев:

• Пользоваться энергоустановками, которые запрашивают меньше затрат;

• Использовать вторичные энергоресурсы;

• Пользоваться альтернативными источниками энергии (ветряные электростанции, солнечные батареи);

• Менять электрические лампы накаливания на энергосберегающие.

Проблема энергосбережения очень популярна в настоящее время. Для выполнения направлений программы энергосбережения и увеличения энергоэффективности необходимо определить контроль над использованием выручки от продажи энергии; правильно использовать энергию всем слоям населения. Это вопросы государства, ответить на которые, при нынешней промышленности и электроэнергетики очень сложно, но применять к этому

усилия нужно ежедневно. Для того, чтобы серьезно подойти к реализации программы энергоэффективности, необходимо вернуться к электроэнергетике как к основанию для развития промышленности. Нужно вернуть прошлую централизованную схему электроснабжения страны через районные энергетические системы.

Энергосберегающие технологии будущего

Тарасенкова Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
tarasenkovakaterina@mail.ru

С каждым днем население планет растет и тратит, невообразимо, большое количество энергии, как возобновляемой, так и не возобновляемой. И в 21 веке, одной из наиболее острых и актуальных проблем является сохранение энергии и её рациональной использование.

Внедрение новых инновационных проектов в области энергосбережения связано в первую очередь с минимизацией потерь энергии и сохранением экологии нашей планеты. Они усовершенствуют потребление человеком таких ресурсов как: тепло, газ, топливо, вода и прочие не возобновляемые ресурсы. Сокращают затраты и уменьшают сложности в утилизации и переработки отходов.

Разработка новых способов потребления энергетических ресурсов направлена на то, чтобы использовать максимально чистую энергию без вредных экологических выбросов в атмосферу. В зависимости от сферы деятельности разделяют и виды энергосбережения в той или иной области.

Наиболее ярким примером, является замена и использование светодиодных ламп, которые во много раз сократили потребление энергии, так как сократились затраты по электричеству. А также, имеют срок службы больше, чем у обычных ламп, а соответственно сокращаются отходы и расходы. Такие устройства, выгоднее, использовать в регионах, где действуют тарифы на электроэнергию, разделенные по зонам.

Очень быстро развивается система «Умный дом» и множество, похожих на нее, которые сокращают потребление электричества и энергии во много десятков раз. Основные разработки направлены на развитие возобновляемых источников энергии. Активное использование солнечной и ветровой энергии может заменить и сократить расходы во многих сферах жизнедеятельности человека. Новейшие разработки проводятся в области энергосбережения, связанной с использованием нетрадиционных источников и водородной энергетики.

Конечным продуктом горения в области водородной энергетики является вода. И такие установки, являются безопасными и экологически-чистыми.

Пока ещё разработок в этой области не так много и идет поиск вариантов решения данной проблемы, а также их практическая реализация и применение. Жизненный цикл таких вариантов решения проблемы не велик, а для его увеличения требуется больше времени, интеллектуальной собственности, нанотехнологий и свежих идей. И в ближайшее время, человечество ждет прорыв в области энергетики и энергосбережения.

Проблемы энергосбережения в России и пути их решения

Тарасова М.А.
Научный руководитель — к.э.н. Пушкарёва М.Б.
МАИ, Москва
mt06102001@gmail.com

Цель работы: рассмотреть и проанализировать проблемы энергосбережения в России и пути их решения.

Одной из основных проблем России в настоящее время является недостаточное внимание к энергосбережению на предприятиях. На данный момент все отрасли энергетики и не только динамично развиваются ради увеличения экономического роста страны и улучшения жизни

населения, поэтому повышение энергоэффективности является важным критерием в переходе России из категории постсоциалистической страны с экономикой переходного типа в развивающиеся страны.

Именно поэтому данная проблема стала актуальной для практически всех предприятий, так как дефицит основных энергоресурсов, возрастающая стоимостью их добычи, а также глобальные экологические проблемы делают эту проблему ещё более актуальной. Более того, недостаток надлежащего размера вложений в основные фонды инфраструктуры в течении нескольких прошедших десятилетий серьезно задержали развитие и формирование национальной экономики, из-за чего, по сравнению с другими странами, Россия отстаёт в экономическом развитии. Именно поэтому неудивительно, что внимание к проблемам энергосбережения в других странах сегодня уделяется на самом высоком уровне, а также применение инновационных решений "помогает" энергосбережению в любой сфере сводить к существенному снижению бесполезных потерь энергии. Таким образом, актуальность данной темы обусловлена особой значимостью электроэнергетики страны в переустройстве экономики России и вывод её в категорию развивающихся стран.

Реформирование малого и среднего бизнеса в условиях кризиса

Тихонов Г.Г., Тихонов Г.Г.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Смирнов В.Г.
ПОУ «Колледж современного управления», Москва
eka_kaf@mail.ru

В современных условиях реформирования российской экономики и реструктуризации отдельных отраслей промышленности возрастает значимость проблемы развития управления предприятием в условиях кризиса.

Это связано с разрывом многих экономических связей, активным импортозамещением товаров из отдельных отраслей, необходимостью существенного прорыва в оборонно-промышленном комплексе.

В этой связи возрастает роль малого и среднего бизнеса. Малый и средний бизнес в странах со стабильной рыночной экономикой считается лидером мировой экономики, что во многом определяет экономический рост страны и качество валового национального продукта.

Несмотря на свою положительную роль в российской экономике, отечественный малый и средний бизнес имеет определенные недостатки, которые присущи всем "малым" предприятиям в силу самой их природы, а также специфики нашей страны, в основе которых лежит недостаточное развитие рыночных институтов.

Структурный анализ основных проблем малого и среднего бизнеса позволил выделить три наиболее значимых из них:

- Ограниченные финансовые ресурсы;
- Коррупция в правительстве;
- Проверки контрольно-надзорных органов.

Сложившаяся ситуация обусловливает необходимость "интеграции" во внешнюю среду рассматриваемого сегмента отрасли в качестве перспективного резерва её развития.

Система показателей, определяющих уровень адаптации предприятия к кризисным явлениям в экономике, может быть рассмотрена в следующих направлениях:

С точки зрения изменения экономического потенциала предприятия и эффективности его использования.

С позиции полученных экономических и финансовых показателей хозяйственной деятельности.

С точки зрения активности и эффективности антикризисных мер.

В качестве организационной основы реализации стратегии на малых и средних промышленных предприятиях предлагается создание групп показателей, деятельность которых существенно различается, исходя из специфики общей деятельности организации и характера целей, на которые она ориентируется.

Современные проблемы подбора кадров на предприятии

Тихонов Г.Г., Тихонов Г.Г.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
genvit@mail.ru

Каждая компания состоит из сотрудников, поэтому основное внимание службы персонала должно быть посвящено изучению вопросов, касающихся контроля поведения людей в организациях в процессе их мотивации, подбора и набора персонала, а также подбора и расстановки кадров. Все эти элементы вместе составляют систему управления персоналом.

Технология управления персоналом включает: оценку и аттестацию персонала; адаптацию персонала; безопасность персонала; высвобождение персонала; обучение персонала; мотивацию и стимулирование; управление трудовыми отношениями и организационную культуру; стратегическое управление и кадровое планирование [3].

Процесс подбора персонала обычно состоит из нескольких этапов: Подготовка и подача объявления о вакансии, телефонное собеседование, заполнение анкеты-резюме, собеседование с руководителем службы подбора персонала и собеседование с руководителем отдела.

Проанализировав систему подбора и подбора персонала, можно увидеть, что компания достаточно хорошо подходит к подбору персонала. Но, как и в любой другой компании, есть недостатки, которые влекут за собой большую текучесть кадров технического отдела, поэтому в целях совершенствования системы отбора и подбора персонала на конкретном предприятии было предложено разработать модель бизнес-кейсов для проведения собеседований [2].

Эта модель предполагает два основных компонента.

Во-первых, отношение компании к текучести кадров не должно быть негативным, оно должно восприниматься как естественный процесс отбора сотрудников, после которого лучшие из них останутся в компании.

Также необходимо разработать эффективную систему отбора сотрудников на основе интервью с бизнес-кейсами.

Это требует создания анкеты или кейс-интервью кадровой службой компании, которые могут быть использованы для выявления определенных качеств характера в процессе отбора, поскольку такие требования, как уровень образования или стаж работы, можно найти в соответствующих документах.

Таким образом, сам метод бизнес-кейсов — это метод "информационного конфликта", который требует от кандидата принятия решения на ценностном уровне. В этом методе изначально нет правильного ответа и выбор способа решения зависти зависит от индивидуальных ценностей и мотивов кандидата. Используя этот метод, можно определить не только квалификационные навыки кандидата, но и его мотивы и средства, которыми он руководствуется в различных ситуациях [4].

Если применить эту модель на практике, она может дать два эффекта.

1. Экономический эффект.

Суть его заключается в том, что организация при использовании бизнес-кейсов несет минимальные затраты.

2. Умение идентифицировать "патриотов компании".

Следовательно, можно сделать вывод, что такая система подбора и подбора персонала на основе бизнес-кейсов является достаточно эффективной и менее затратной, по сравнению с такой системой, как, например, обращение в сторонние кадровые агентства.

Список литературы:

1. Конституция РФ от 12.12.1993, ст. 21 и 24.

2. Армстронг М. Практика управления человеческими ресурсами: учебник, 10-е изд., под ред. А. Толстикова, — СПб: Питер, 2012., — 848 с.

3. Аширов Д.А., Управление персоналом:учебное пособие/ Д.А. Аширов. — М.: Проспект, 2009, 432 с.

4. Купер Д., Робертсон И., Тинлайн Г. Отбор и найм персонала: технология тестирования и оценки – М.: Вершина, 2005, — 156 с.

Взаимосвязь экологических проблем с вопросами энергосбережения

Томилова В.А., Безобразова Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Зубеева Е.В.
МАИ, Москва
vikitom@mail.ru

В настоящее время энергосберегающие технологии используются достаточно часто, что позволяет потребителям значительно уменьшить расходы на электрическую энергию. Это сокращает негативное воздействие на окружающую среду. Данное стремление не удивительно, ведь любой человек хотел бы жить в экологически чистом мире. Поэтому необходимо ценить чистую воду и воздух, натуральные продукты, а также природу, которая нас окружает.

Люди стали понимать, что здоровье напрямую зависит от качества воды и воздуха. Именно поэтому энергосбережение и экология стоят на первом месте в настоящее время.

Как вариант улучшения экологической ситуации, стоит рассмотреть использование энергосберегающих технологий. Улучшить экологию и экономию электроэнергии, можно с помощью:

1. Оптимального освещения жилплощади.

В квартире есть и естественное, и искусственное освещение, которое должно обеспечивать достаточное количество света, а также быть равномерным, без резких и неприятных теней.

2. Экономии при приготовлении пищи.

Правильное использование бытовых электроприборов заключает в себе большие запасы экономии электроэнергии.

3. Экономии электроэнергии при пользовании радиотелевизионной техники.

Для оптимальной работы радиотелевизионной техники надо улучшить условия для её охлаждения. Например: не накрывать разными салфетками и тряпками, производить систематическую очистку от пыли и т.д.

4. Экономии электроэнергии при пользовании электробытовых приборов.

Холодильник – энергоемкий прибор. Его следует ставить в самое прохладное место кухни. Чем ниже температура теплообменника, тем эффективнее он работает и реже включается.

5. Экономии воды, которая позволяет экономить электроэнергию.

Вода поступает в многоэтажные дома с помощью мощных насосов, которые приводятся в движение благодаря электрическим моторам. Именно они поднимают воду на требуемую высоту. Этот расход энергии не отображается на электросчетчиках, но величина его довольно ощутима.

Внедрение технологии Smart Grid в Самаре

Фролова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Якушова Е.С.
Финансовый университет, Москва
yasmin9898@mail.ru

Smart Grid («Умные сети электроснабжения») – система передачи электроэнергии от производителя к потребителю, которая самостоятельно отслеживает и распределяет потоки электричества для достижения максимальной эффективности использования энергии. Посредством использования современных информационных и коммуникационных технологий, оборудование, задействованное в системе, взаимодействует друг с другом таким образом, что образует единую интеллектуальную систему энергоснабжения.

В электроэнергетики России существует ряд проблем, среди которых: высокий уровень физического износа оборудования. К 2020 году проектный ресурс выработали около 90%

генерирующих мощностей. Без внимания нельзя оставить и тот факт, что недостаточные объемы инвестиций и неэффективное их использование влечет серьезное отставание в создании, внедрении и модернизации новых технологий распределения электроэнергии. Результатом негативного воздействия этих факторов является заметное снижение эффективности функционирования электроэнергетической системы России.

Особенно остро эти проблемы стоят в регионах. В качестве примера рассмотрим ситуацию с энергосетями в г. Самара, которая в 2018 г. стала 10 субъектом по наибольшему потреблению электроэнергии (26630,4 млн. кВт-час). Одной из причин такого антирекорда можно назвать значительный износ существующих воздушно-кабельных сетей и устройств наружного освещения города. Чтобы улучшить ситуацию администрация города приняла решение о реализации проекта по модернизации уличного освещения основе Smart Grid. На эти цели выделено 73 млн. руб. Главным партнёром и заказчиком программы является Департамент городского хозяйства и экологии, финансирование выделяется из средств бюджета городского округа Самара.

Реализация проекта предполагает переход на автоматизированную систему управления наружным освещением (АСУНО) «Гелиос». Это аппаратно-программный комплекс, который позволяет управлять сетями наружного освещения, контролировать их состояние, организовывать учет электроэнергии и осуществлять диагностику оборудования. Целью проекта является автоматизация сетей наружного освещения, автомагистралей, освещения территорий промышленных объектов.

Выбор в пользу этой системы был обусловлен её функциональными возможностями. Перед разработчиками поставлена задача «научить» интеллектуальную систему «Гелиос»:

1) управлять сетями наружного освещения пофазно (управление фазами);

2) использовать адресное управление каждым светильником с возможностью объединения их в группы, а также с использованием функции диммирования (управление светильниками);

3) использовать изменение режимов мощности (диммирование) с целью гибкого регулирования уровня освещения (диммирование линий).

Переход на технологии Smart Grid г. Самара позволит:

1) полностью автоматизировать управление городскими сетями наружного освещения;

2) сократить энергопотребление на 35%;

3) повысить качество освещения и уровень безопасности.

Реализация проекта рассчитана на 2020-2024 гг. При положительной динамике в течение 4 лет будет покрыт весь город площадью 541 кв. км. Техническое обслуживание системы будет осуществлять компания ООО «Сити-Галс Самара». Со стороны поставщиков в проекте участвуют ПАО «СамараЭнерго» и АО «Самарагорэнергосбыт», которым придется модернизировать свои производственные мощности в соответствии с новыми техническими требованиями.

Необходимо обратить внимание и на экологический фактор. Применение данной технологии приведет к снижению CO2 выбросов в атмосферу, что улучшит качество воздуха в городе Самара. На данный момент Самара является одним из городов с наиболее неблагоприятной экологической ситуацией по загрязнённому воздуху. Над территорией города загрязнение воздуха опасными веществами на 43% больше, чем в среднем по России. Концентрация других вредных для организма человека веществ превышает допустимые нормы в десятки раз.

Инновационное энергосбережение как способ повышения конкурентоспособности предприятий

Хромов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
Loko.vanzo87@yandex.ru

В современных условиях, совершенствование экономики России, с учётом её развития и укрепления позиций на мировом рынке, повышение конкурентоспособности отечественных предприятий невозможно без адаптации и внедрения результатов инновационной деятельности в области энергосбережения. Конкурентоспособность предприятия зависит от его способности оперативно использовать инновации, модернизируя своё функционирование. Обновление и увеличение состава конкурентных преимуществ становится возможным благодаря постоянному поиску новых решений. Таким образом, основой конкурентных преимуществ является процесс стабильного стимулирования обновления и улучшения, движущей силой которого являются инновации.

В мировой энергетической системе намечаются существенные производственно технологические и экономические изменения:

Во-первых, изменения цен на энергоносители становятся существенным источником промышленных рисков для предприятий всех секторов экономики.

Во-вторых, мировая экономика вошла в долгосрочный период постепенного истощения запасов ископаемого топлива, и колебание цен на энергоносители могут иметь фатальный характер уже в обозримом будущем.

Выделенные проблемы подтверждают увеличение важности совершенствования энергосбережения при потреблении и обработки энергии предприятиями. В процессе совершенствования энергосбережения, важнейшим направлением является разработка и внедрение инновационных энергосберегающих технологий, применение которых, значительно увеличивает конкурентоспособность предприятий на рынке. В формировании этого направления, немаловажно выделить существенную роль государства в поддержке и стимулировании развития инновационных проектов.

Энергосбережение – это эффективное использование энергетических ресурсов за счет применения инновационных технологий, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, приемлемы с экологической и социальной точек зрения. Эти технологии также должны не менять хода жизни общества в целом.

Предприятия, которые применяют в своей деятельности инновационные энергосберегающие технологии, делают большой шаг не только в оптимизации использования энергии, но и помогают в решении многих экологических проблем, таких как: загрязнение атмосферы, истощение ископаемых природных ресурсов, изменения климата и др.

Использование на предприятиях новых методов и способов энергосбережения, заметно уменьшает расходную часть средств предприятия, выделенных на оплату потребляемых ресурсов. В результате полной оптимизации и введения новых энергосберегающих технологий, совершается полная или частичная замена устаревшего оборудования.

Важен момент, что проблему энергосбережения и повышения энергетической эффективности предприятий, можно решить исключительно комплексным подходом, включающим в себя проведение энергетического исследования, которое определит эффективность энергоиспользования и потенциала энергосбережения, внедрение системы энергоменеджмента, разработку программ и мер по повышению эффективности энергоиспользования, исполнение программы, мониторинг и подтверждение эффекта от реализованного потенциала энергосбережения.

Основной проблемой увеличения применения инновационных технологий в области энергосбережения, является высокая стоимость их использования. Новые технологии требуют существенных расходов на их приобретение и установку на производствах, но как правило,

если рассматривать перспективу использования, они не только окупаются, но и сразу существенно повышают общую производительность предприятия.

В современном мире, потребление энергии очень иррационально, и если в скором времени, не найти эффективные способы улучшить эти показатели, то могут произойти непоправимые последствия, которые станут толчком к глобальным техногенным и экологическим катастрофам. Технологии энергосбережения ближайшего будущего должны быть рентабельным и максимально удобными для конечного потребителя, которые в состоянии изменить будущее и спасти мир от энергетического краха.

Настоящее и будущее альтернативной энергетики

Шарапов В.С.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва
vitaliy.sharapov.2014@gmail.com

Дальнейший путь развития зелёной энергетики

Виды

1. Солнечная энергетика. Минусы.
2. Геотермальная энергетика. Минусы.
3. Ветроэнергетика. Минусы.
4. Градиент-температурная энергетика. Минусы.
5. Биомассовая энергетика. Минусы.
6. Эффект запоминания формы. Минусы.

Общие проблемы

1. Отсутствие государственной поддержки.

2. Энергия, получаемая из природных источников, нуждается в «страховке» другими типами электростанций.

3. Высокая стоимость оборудования и обслуживания. Энергия дороже традиционной и сроки окупаемости дольше.

Альтернативная энергетика в разных странах

Уже несколько лет разные страны мира ведут неофициальное соревнование: кто сможет дольше всех обеспечивать своих потребителей энергией из возобновляемых источников(ВИЭ). Успехи в Шотландии, Германии и Китае.

Как развивается мировая альтернативная энергетика

В мире есть страны, которые максимально используют возобновляемые источники энергии просто потому, что они самые доступные.

Другим странам не так повезло с природными источниками энергии, поэтому они вынуждены строить солнечные и ветровые станции.

Развитие альтернативной энергетики

Увеличение темпов роста развития альтернативной энергетики. Затраты стран и компаний на разные виды зеленой энергетики.

Какими темпами страны готовы внедрять «зеленую» энергетику

Планы стран на развитие зеленой энергетики. Их уже достигнутые результаты.

Как мир работает над доступностью «зеленой» энергетики

Все страны мира и ведущие производители солнечного и ветрового оборудования ищут возможности увеличить долю «зеленой» энергетики, сделать её дешевле и заинтересовать в её развитии как можно больше рядовых потребителей. Успехи компаний в совершенствовании технологий альтернативной энергетики и повышении энергоэффективности.

Перспективы для науки

Определенный толчок получила и наука, связанная с возобновляемыми источниками энергии. В первую очередь, это отрасли, ориентированные на повышение эффективности генерирующего оборудования

Сегодня «зеленая» энергетика заставляет по-новому посмотреть на известные науки и технологии, что может привести к возникновению новых, совершенно неизвестных пока отраслей знаний.

Заключение

Развитие альтернативной энергетики экономически нерентабельно и осуществляется лишь в стратегических целях, которые формулируют правительства.

Перспективы использования биотоплива на различных видах транспорта

Шунина Е.Я.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва
elisabeta.shunina@yandex.ru

Currently, English is an integral part of our lives, especially in the professional sphere. It allows you to carry out routine work with the cooperation with the international community at the proper level. In our work, we analyzed open-source Internet articles on biofuels.

The article "Transitioning to sustainable use of biofuel in Australia" explains that biofuel is identified as one of the key renewable energy sources for sustainable development, and can potentially replace fossil-based fuels. This preliminary study tried to provide an alternative framework and proposes future long-term transport biofuel pathways in Australia can be seen as a solution for a post-carbon society. Several methods have been proposed to introduce the transition into a post-carbon society. Seven scenarios were divided, covering the roadmap of first, second and third generation of biofuel, alternative transportation modes such as electric vehicles (EVs) and fuel cell vehicles (FCVs) and the elimination of the fossil fuel running vehicles within a time frame of 20 years.

The article "Recent developments in synthetic biology and metabolic engineering in microalgae towards biofuel production" describes that in the wake of the uprising global energy crisis, microalgae have emerged as an alternative feedstock for biofuel production. In addition, microalgae bear immense potential as bio-cell factories in terms of producing key chemicals, recombinant proteins, enzymes, lipid, hydrogen and alcohol. Abstraction of such high-value products (algal biorefinery approach) facilitates to make microalgae-based renewable energy an economically viable option.

Synthetic biology is an emerging field that harmoniously blends science and engineering to help design and construct novel biological systems, with an aim to achieve rationally formulated objectives. However, resources and tools used for such nuclear manipulation, construction of synthetic gene network and genome-scale reconstruction of microalgae are limited.

The article Microalgae as a Potential Source of Bio fuels and its Current Advances reviews the current status of microalgae use for biodiesel production, including their cultivation, harvesting, and processing. Limited fossil fuel made start the search for alternative bio fuels like biodiesel, bio ethanol and since the diesel is being used massively in industrial commercial, fisheries, agriculture, and other sectors. Biodiesel produced from microalgae has several benefits over the above resources due to higher algal biomass and oil yields and the need of non-arable land for its growth. Industrial and municipal wastewaters can be applied for farming of microalgae oil that can be used for the production of biodiesel to entirely displace petro diesel. The micro algal biomass has been reported to yield high oil contents and has the diesel production. Accordingly, a lot of R & D work has been initiated for the growth, harvesting, oil extraction and conversion to biodiesel.

Currently, many experiments are being conducted in aviation to add biofuels to kerosene with different percentages. Biofuel technology is an industry that is relevant and in demand by today’s development of civilization. Its significance lies not only in the partial replacement of fossil fuels and in the reduction of greenhouse gas emissions into the Earth’s atmosphere, but also in the fact that its development will help to cleanse the Earth from the negative results of human activity.

References:

1. Sasongko N., Thorns C., Sankoff I., Chew S., Bista S. Transitioning to sustainable use of biofuel in Australia [Электронный ресурс] URL: www.rees-journal.org (Дата обращения 24.12.2019)

2. Jagadevan S., Banerjee A., Banerjee C., Guria C., Tiwari R. Recent developments in synthetic biology and metabolic engineering in microalgae towards biofuel production [Электронный ресурс] URL: www.biotechnologyforbiofuels.biomedcentral.com (Дата обращения 12.01.2020)

3. Haldar C., Ram R., Kumar S., Menna L. Microalgae as a Potential Source of Biofuels and its Current Advances [Электронный ресурс] URL: https://crimsonpublishers.com/eimbo/pdf/EIMBO.000529.pdf (Дата обращения 12.01.2020

Роль энергетического аудита в системе энергетического менеджмента

Янкова А.Е., Олейникова М.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва
nastia1513@mail.ru

Наша работа обусловлена необходимостью достижения поставленной перед обществом стратегической задачи повысить валовой внутренний продукт в несколько раз и снизить его энергоемкость. Это позволит перейти в разряд высокоразвитых стран, а не оставаться их позади. Такая задача может быть решена только за счет перевода экономики России на энергосберегающие технологии и повышения энергоэффективности используемых топливно-энергетических ресурсов. Метод нашего исследования: анализ выполнения законов и законодательных актов правительства по энергосбережению и проблем, мешающих одной из богатейших стран мира по запасам и добыче топливно-энергетических ресурсов перейти в разряд высокоразвитых стран. Результат рассмотренного содержания основных функций энергетического менеджмента: планирования, организации, мотивации и контроля, а также виды и содержание энергетического аудита. Показано, что только с помощью углубленного энергетического аудита, сформировав банк объективных данных об энергетических потоках, можно реализовать функции энергетического менеджмента; рассчитать топливно-энергетические балансы оборудования, предприятия, региона, страны, позволяющие надежно и бесперебойно обеспечивать топливно-энергетическими ресурсами предприятия и регионы. Таким образом, в ходе исследования был сделан вывод о том, что без достоверного комплексного энергетического аудита в сфере производства и потребления топливно-энергетических ресурсов, а также использования всех рычагов энергетического менеджмента невозможно эффективно управлять энергосбережением в стране и снизить энергоёмкость ВВП.

Инновационные технология на российском рынке электроэнергетики

Ястребова Е.И.
Научный руководитель — профессор, к.э.н. Арсенова Е.В.
Финансовый университет, Москва
ei_yastrebova@mail.ru

Россия является одной из ведущих стран мира, которая является способной обеспечить внутренние энергетические потребности за счет собственных ресурсов. При этом в связи с тем, что электроэнергетика является неотъемлемой частью любого процесса производства, она определяет ключевые условия производственной деятельности и жизни общества.

Состояние электроэнергетики России характеризует наличие таких проблем как: изношенность основного генерирующего и распределительного оборудования; отсутствие высокотехнологичных инновационных разработок; постоянный рост цен на электроэнергию, даже при наличии политики сдерживания тарифов; перекрестное субсидирование, что привело к отсутствию мотивации у бытовых потребителей к энергосберегающему поведению.

Таким образом, перед нашей страной остро стоит вопрос модернизации электроэнергетической системы. Одним из актуальных трендов развития электроэнергетики в мире является концепция Smart Grid, которая уже запущен и системно функционирует длительное время в европейских странах и США. Функциями «интеллектуального» руководства данной электросетью является автоматизация, мониторинг и контроль двусторонней передачи энергии на всех этапах – от электростанции до бытовой розетки. Однако в нашей стране быстро внедрить и перейти на такую технологию не так просто, но такие проекты уже начинают появляться и адаптироваться к российским условиям состояния электроэнергетики.

Технология Smart Grid универсальна в применении. Она может использоваться как в масштабах зданий, предприятий, а также для обычных домашних электрических устройств. Единственным условием является то, что все устройства, которые входят в состав Smart Grid должны быть оснащены устройствами, которые будут осуществлять информационное двухканальное взаимодействие.

Первые проекты с применением Smart Grid в России начали появляться с 2010-х годов. Одним из первых регионов, где получили развитие умные технологии, является Уфа. Исполнитель проекта АО «БЭСК» заключил договор с компанией Siemens на поставку умного оборудования и успешно провел пробное внедрение в четырех районах города с населением на 2014 год 25 тысяч людей.

Далее «умные» распределительные сети появились в Москве, Санкт-Петербурге и Казани, чуть позже в Иркутске. Технологии Smart Grid внедряются на базе «Иркутской электросетевой компании». Реализация данных проектов позволила выявить условия, являющиеся необходимыми для дальнейшего развития электроэнергетики России.

1. Разработка программы для поддержки внедрения интеллектуальных технологий в электроэнергетической отрасли.

2. Четкая координация работы электросетевых, электросбытовых и генерирующих компаний чтобы повысить энергетическую эффективность на уровне города, региона и целой страны.

3. Формирования нормативной базы, которая связана с инновационным развитием электроэнергетики, внедрением «умных сетей», «умной энергосистемы», поспособствует регулированию правил работы на розничных и оптовых рынках электроэнергии в полном объеме.

Список литературы:

1. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. -М.: ИАЦ Энергия, 2010. — 208 с.

2. Ледин С.С. Интеллектуальные сети Smart Grid -будущее российской энергетики // Автоматизация & IT в энергетике. — 2010. — № 11 (16). — 10.2010.

3. Рынок интеллектуальных энергосистем (Smart Grid) [Электронный ресурс] (дата обращения 10.02.2020)

4. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года. [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://minenergo.gov.ru/node/1920. (дата обращения 10.02.2020).

Направление №11 International session (in English)

Development and processing of ceramic coating technique on functionally graded materials for the aerospace applications – Review

Aggarwal Kanika, Vikram K.S.
Research advisor — Nishant Gaurav
Moscow Aviation Institute, Moscow
astrokanika4@gmail.com

Ceramics is the most important component of the Thermal Barrier Coating (TBC) for aerospace structures working under super high temperatures and thermal gradients. FGM is a relatively new concept involving tailoring the internal microstructure of composite materials to specific applications. The Ceramic FGMs can be designed to reduce thermal stresses and take advantage of the heat and corrosion resistance of ceramic and the mechanical strength, high toughness good machinability and bonding capability of metals without severe internal thermal stresses. It also shows higher fracture resistance parameters resulting in higher toughness due to crack bridging in graded volume fraction. Methods that are capable of accommodating gradation step include powder metallurgy, centrifugal casting, and thermal spraying as well as various coating techniques. This review concluded that Wet Powder (Slurry) Spray and Sintering method is the most suitable technique certainly for mass production and up-scaling of the FGMs. The Slurry Spray technique for manufacturing thermal barrier coatings uses traditional wet powder spraying methods to deposit sinterable coating materials onto target substrates. The Wet Powder Spray method utilizes low-pressure spray to coat the surface with a mixture of ceramic powders, metal powders and binder (polymer). After application of the mixture to the surface, the coatings are heated to a sintering temperature during specified period of time to achieve suitable microstructure. Other advantages of the technique such as process cost effectiveness, reliability of the practical implementation of the process and the high capability of the process to control the quality of the FGMs are also considered.

An integrated computational framework for airplane conceptual and preliminary design

Aresta Miguel
Research advisor — associate professor, PhD Dr. Mark Jabbal
University of Nottingham, Nottingham, Great Britain
eayma15@nottingham.ac.uk

The timely and accurate delivery of an aircraft configuration, capable of fulfilling a set of requirements, is the key to the success of any Aircraft Design project. Moreover, increasing economical, ecological and political pressure has, more than ever, demanded rapid response from aircraft designers and airframers. On a parallel front, the growing complexity and cost of aircraft has incentivized the rise of design paradigms which are increasingly computational in nature. To mitigate the difficulties previously outlined, an integrated design framework based on a single program – coded in the C programming language, is expected to achieve the following objectives:

Translate a set of mission requirements for civil and military airplanes in forward-flight into a configuration design at an early Preliminary stage.

Allow the user to easily explore the design space and make informed decisions on a configuration.

Generate output conducive to further enhancement through CFD, FEA, wind-tunnel testing, and other means.

Undoubtedly, the integration of computers into the design process has allowed unprecedented levels of design insight and design-space exploration in a shorter time-frame and at a lower cost.

However, a significant gap exists between the tremendous computational power existent today and its effective application. To fully capitalize on the designer's experience and ingenuity, a clear and dynamic link between an aircraft's configuration and systems and their corresponding performance has to be clearly presented.

The complex and multidisciplinary nature of aircraft makes it unsuitable for direct design and analysis and prevents the design task from immediately converging onto a suitable configuration without a substantial amount of iterations and comparisons between competing ideas.

From a designer's point of view, it is more instructive and practical to partition the problem so as to highlight the effects and interaction of the different components and disciplines on the performance and characteristics of a given configuration. Maximizing the efficiency of each aspect and controlling their interference will also maximize the whole configuration efficiency. The present method thus assumes that an airplane can be decomposed into a network composed of four main groups (called first-order groups) and that all other characteristics and their effects can be obtained from a combination of these groups, resulting in second-order groups, e.g. – Aeroelasticity.

From a design-process point of view, the key aspect is to combine such effects in a modular but interconnected manner in a way that the designer can change a given parameter and immediately see the propagation of its effects. The required balance between speed and accuracy has resulted in a modern revision of several classic Computational Aerodynamics methods such as the vortex-lattice method, panel methods and others – allowing higher levels of technical depth and insight into the significance of the geometrical parameters of a given aerodynamic configuration. Additionally, the current method aims at establishing conclusions and recommendations on the hybrid use of industry-proven semi-empirical methods, numerical methods and historical data in concepts such as "wisdom of the crowd" and Artificial Intelligence in an attempt to quantify uncertainty in the analysis results and assist the designer in making an informed decision.

Notwithstanding, the program, as an effective tool, would not be complete without a "point and click" graphical user interface (rather than the usual lengthy, error-prone and overwhelming input and output text files) capable of displaying all design data as well as OpenGL 3D graphics. The latter point highlights another important aspect of the present method – the ability to generate and display parametric 3D geometry with transparent mathematical models – providing the connection between geometry and performance. The main challenge resides in the tradeoff between the geometrical generality required by modern, non-traditional, designs, CAD effort and fidelity. This problem is mediated through the use of modifiable primitives and simple CAD operations which enable the user to define realistic airplane outer-mold shapes which can be measured, used as input to the integrated numerical methods without further intervention or exported as vendor-neutral formats for further development.

To document the design history and allow comparisons, purpose-built data-structure stores all the generated data for visualization within the program or externally. A concise report can also be generated, comprising tables and graphs on the technical characteristics of a given configuration for the purposes of group discussion, project report presentation and so forth.

In essence, the program is expected to enhance the productivity of an individual or small team engaged in airplane configuration design.

Quality management systems in collaboration with risk management in the aviation sector

Ashaba E.M.
Moscow Aviation Institute, Moscow
ellenashaba@gmail.com

Risk management (RM) is the process of analyzing, appraising and regulating threats to an organization's capital and revenue. Risk management allows organizations to prepare for the unexpected by minimizing risks and extra costs before they happen. These risks and threats stem from a variety of causes which may include management errors, financial uncertainties, natural disasters and accidents as well as legal liabilities. A thorough risk management plan will help an

organization to establish procedures to avoid any potential threats, find ways to minimize the impact should they occur and how to cope with the results. Most aviation service providers have processes that alleviate risk to an acceptable level.

Quality management systems (QMS) on the other hand are focused on making an organization efficient and reliable in terms of maintaining its reputation in providing quality services or products to their customers at a low cost. QMS is reliant on creating policies, clarifying organizational structures, system data for fact-based decision making and creating a system that can be relied on rather than an individual in an organization.

Risk management standards as well as quality management standards have been set by various organizations one of which includes the international standardization organization (IS0).

QMS are based on the quality management principles described in the ISO 9000. These principles include:

- Customer focus
- Leadership
- Engagement of people
- Process approach
- Improvement
- Evidence based decision making
- Relationship management.

The risk management standards set by the international organization of standardization (ISO) are correlative with the standards set by the same body in regards to quality management.

The ISO 31000 for example may not be used for certification but it recommends the following principles in regards to the risk management (RM) process:

1. The RM process should create value for the organization which is in line with the quality management principle that encourages customer satisfaction and
2. RM should be adaptable to change. This is correlative with the QM principle of constant improvement which is attainable by for example tracking, reviewing and auditing the planning, implementation, completion and results of improvement projects.
3. RM should be based on the best available information. This is once again correlating with the QM principle of evidence-based decision making. Under QM the organization ensures that the data and information is sufficiently accurate reliable and secure as well as making sure the data is available to the relevant people which is the same information that could be used to determine, analyze and assess the risks.
4. The ISO also states that the RM should consider the human factors and take into account their possible errors. The QM principle of engagement of people encourages the organizations to acknowledge the contributions of its employees, their improvements as well empowering people to determine constraints to their performances and to take initiatives without fear.

An example of the application of risk management in collaboration with quality management would be: during the process of planning, designing and producing goods and services to meet customer needs and expectations, the organization can also identify the various risks associated with opening up a new location. They can lessen the risks by considering locations with a lot of foot traffic and less competition from similar businesses in the area.

Inverse Kinematics algorithm in Dual Quaternion form based on FABRIK (Forward and Backward Reach Inverse Kinematics) algorithm

Azmi Hafidz
Research advisor — Sergey Akhramovich
Moscow Aviation Institute, Moscow
hafidzazmi07@icloud.com

Since the beginning of industrial revolution 4.0 in 2011, the emerging of industrial robots in different fields has significantly increased in trend. Industrial robots have been used ranging from the aerospace industry in Curiosity Rover, to the food industry in robot barista manufactured by CAFE

X. This increasing trend makes it difficult to meet the needs of the diverse industries as the industrial robot model and the movement required for each industry are different. The control system for an industrial robot consists of a few components and one of the fundamentals is the Inverse Kinematics.

Inverse Kinematics consists of finding a possible and feasible joints motions solution for which the end effectors move to the desired position as smoothly, rapidly and as accurately as possible. During the last decades, several methods and techniques have been presented to solve the Inverse kinematics problem such as Inverse Jacobian, Inverse Pseudo Jacobian, CCD (Cyclic coordinate descent) and Geometrical approach. However, these methods involve high computational costs, are mathematically complicated and result in unrealistic movement.

One of the current solutions that overcome this problem is the FABRIK (Forward and Backward Reach Inverse Kinematics) algorithm. However, the FABRIK algorithm focuses on finding the joint locations as a problem of finding a point on a line. Hence, the algorithm only defined the position of the joint in each iteration which limits to position control. Thus, the algorithm is not suitable for an industrial robot as robots use a motor to control the joints. To rotate the joints one needs to know how much rotation is needed for each joint. As an addition, most of the mathematical instruments used in modern robots are defined in Quaternion form. This conversion from Quaternion to Euler angle as an additional task result in higher computational cost.

This paper proposes to design a new Inverse Kinematics algorithm in Dual Quaternion on the basis of an existing FABRIK algorithm. This algorithm uses the advantages of Dual Quaternion that fully defined the orientation and position in a single form. Moreover, Dual Quaternion form requires less calculation in Forward Kinematics compared to other methods.

This paper will be constructed as follows. First, the Inverse Kinematics algorithm in the Dual Quaternion form is to be designed. Next, to test different models with the algorithm ranging from 2 DOF (Degree of freedom) to 5 DOF are to be tested. Finally, it is to be implemented in real-life situations with realistic movement. Constraints in the Dual Quaternion form will be applied in order for this to be applicable.

References:

1. Akhramovich S.A., Malyshev V.V., Starkov A.V. Matematicheskaya model dvizheniya bespilotnogo letalelnogo apparata v bikvaterionnoj forme // Nauchno-tehnicheskij zhurnal «Polyot», 2018. №4. C. 9-20.

2. Aristidou A., Chrysanthou Y., Lasenby J. Extending FABRIK with model constraints // Comp. Anim. Virtual Worlds. 2016. T. 27. № 1. C. 35–57.

3. Aristidou A., Lasenby J. Inverse Kinematics Solutions Using Conformal Geometric Algebra // 2011a. C. 47–62.

4. Aristidou A., Lasenby J. FABRIK: A fast, iterative solver for the Inverse Kinematics problem // Graphical Models. 2011b. T. 73. № 5. C. 243–260.

5. Sariyildiz E., Cakiray E., Temeltas H. A Comparative Study of Three Inverse Kinematic Methods of Serial Industrial Robot Manipulators in the Screw Theory Framework // International Journal of Advanced Robotic Systems. 2011. T. 8. № 5. C. 64.

Trajectory optimization for a lunar lander considering the deboost and orientation change

Dwivedi Tanishq
Research advisor — associate professor, Ph.D. Ilya Nikolichev
Moscow Aviation Institute, Moscow
forutanishq@gmail.com

Precise optimal landing technology for any lander is the most important technology for the future of landings and other planetary exploration missions. In order to make a successful and precise lunar landing, a proper trajectory and guidance system is necessary. This paper comprises the optimal trajectory optimization of a spacecraft, considerably the lunar lander. Keeping in mind the main and familiar problems that the lander's face during the landing and the deviation from their planned trajectory or maybe beyond their trajectory tolerance limit. The lunar landing consists of 3 major

procedures in order to make a smooth and precise landing, those are: 1) The Lunar Orbit Insertion (LOI), 2) The deboosting of the spacecraft at a 100 km lunar orbit. 3) The descent Orbit Insertion (DOI). 4) The power descent and touch down. The major problem arises when the spacecraft deboosts to slow itself down and perform the lunar orbit insertion. At this phase the spacecraft experiences an attitude change and if not corrected the spacecraft tends to move out of the planned trajectory which means we miss the orbit insertion of the moon. After this the spacecraft faces another insertion burn to put itself into the descent orbit, at this face if the lander's system malfunction it is close to impossible to bring the spacecraft on course since the altitude is close to 30 km and the lander is only a few minutes away from the touchdown site. Hence to solve this problem we plan a new optimized trajectory that will help in achieving a precise and smooth landing of a lander. The Optimal control for different variants of various terminal conditions are considered in order to optimize the trajectory. Main project parameters changes such as the thrust, mass distribution and velocity are taken into utmost consideration. One of the above mentioned problems was experienced by Indian Space Research Organization (ISRO) for their Vikram Landers last year. Hence in order to solve this problem we came up with the idea of optimal trajectories planning. In future this kind of optimized trajectory planning will help us to achieve the landing on different planets which can be used for both manned or unmanned missions.

"Streamline's Shape Theory" for understanding the mechanics of streamlines in an open circuit fluid flow and its impact on the flow

Gerorge Yuvaraj
Moscow Aviation Institute, Moscow
georgeyuvaraj2@gmail.com

In fluid dynamics, the influence of CFD (Computational fluid dynamics) is increasing rapidly. Be that as it may, the numerical methods utilized in CFD have its confinements. The limitations were in the theoretical aspects of the fluid dynamics. For quite a while, fluid dynamists depended on experimentation techniques as the methods of classical mechanics were not exceptionally powerful for a fluid dynamic system as the fluid flow is a continuous phenomenon both in space and time. Thus, a lot of empirical formulae and methods based on experimental data were influential in the field of fluid dynamics and its sub-disciplines like aerodynamics. Even though there were theoretical contributions like boundary layer theory, Bernoulli's equation, circulation theory, lifting line theory, and many others, the field of fluid dynamists still faces several uncertainties. So, existing numerical methods for a particular fluid dynamic system uses these empirical formulae and employ FEM (finite element method) for analysis or design. As the exact formulae incorporate dimensionless parameters, experimentation is constantly vital for assessing these outcomes. Moreover, various methods and theories under circulation always present ambiguity. For example, motion of Newtonian fluid over a cylinder uses different solvers if compared to flow over a streamlined body. Numerous solvers are being used to monitor various parameters of a fluid dynamic system. This problem is more evident concerning open circuit flows, especially in the fields of aerodynamics. A flat plate, often analyzed using lifting line theory and an airfoil is designed and analyzed using circulation theory.

Streamline's shape theory endeavours to detail a numerical model to address the aforementioned problem. The solid-body completely immersed in a Newtonian fluid and respectively has a relative open circuit flow on it will typically experience various observable phenomena like flow separation, flow transition, down-wash, stalling at the steeper angle of attack, stalling velocity and how cambered airfoil can typically generate lift at a zero incidence angle. Besides, the primary goal of this hypothesis is to perceive how streamlines are molded and how the development and alteration in the streamline add to different phenomena, for example, flow separation, flow transition, down-wash, stalling velocity, effects of the camber and incidence angle on the flow. Even though there is a huge amount of extant literature concerning streamlines, a numerical model that can foresee the directions of fluid particles and their effect on the stream is non-attentive. The proposed numerical model can explain the advancement of streamlines with adequate respect for the different essential geometric shapes in a Newtonian liquid.

This theory affirms a few test perceptions in the field of fluid dynamics and presents a mathematical determination to them. They are:

1. The determined thickness of the body impacts by gradually contributing to the increment of the Reynolds number because of more stagnation area and energized liquid particles due to stagnation.

2. The length of the body will similarly contribute by adding to the adjustment in the extent of the resultant force.

3. How the shape, size, and orientation of the body in the flow can influence liquid stream and resultant force on the body.

4. This theory provides a mathematical model for stalling angles and stalling velocity for curved bodies and linear bodies. Further using FEM can be used to analyze and design streamlined bodies.

This theory can aid in mathematically determining critical points on the topology of the body regarding flow separation and flow transition.

Theory: Any Newtonian fluid, which maintains a laminar flow for a body will form streamlines if the body possesses enough resistance towards deformation and fluid itself deforms forming streamlines. Streamlines are formed on account of dynamic pressure and shear stress apportionment over the body. At the point when particles bombard on the surface of the establishing denser body and lose their vitality. Those vitalities typically lost by an impacted fluid particle are sentenced as energy or heat. Likewise, vitality will be also traded between the impacted particles from enveloping fluid particles. In this way, fluid particles try accomplishing a thermodynamic equilibrium. Therefore, the boundary layers are formed, whose attributes are given by Prandtl's Boundary-Layer theory. These effects are noted to be a continuum in space and time.

RANS simulation of a GCH4/GOx combustor

Ghimirey Bishal
Research advisor — professor, Ph.D. Strokach E.A.
Master Student, Darjeeling, India
bishalghimirey@gmail.com

Hydrocarbon propellants are very attractive from the point of view of application for propulsion due to their ease of handling and low operational cost. Methane is often addressed as a fuel for future vehicles as it combines reduced (compared to other hydrocarbons) pollutant emissions, low costs of production due to ease of extracting from natural gases and still high energy release. Therefore, methane combustion process is one of the primary subjects of current research lead by many scientific groups.

Up to now experimental investigation was the trusted method for combustor development but due to high operational cost, inability replicating exact flight condition on ground and the lack of availability of data from the interior of the combustor owing to its high temperature and pressure environment making data recording probes difficult to use. At the same time, numerical simulation has already become a common tool to study the internal combustion processes which gives high advantages in costs and time. Though the universal or fully reliable computational methodologies are still under development, numerical simulation forms a basis to make precise and reliable prediction of flow field, location of the flame, pressure oscillations and wall thermal heat load.

In the present paper, gaseous methane and gaseous oxygen combustion is numerically studied based on a 3 dimensional model of a combustor operating at 20 bar. The primary goals are to study the combustion performance and efficiency, particularly the flame shape, temperature and mass fraction fields. The main flow phenomena as reactions and turbulence-chemistry interaction are considered using adiabatic flamelet approach and eddy-viscosity turbulence models. The advantages and shortcomings of the chosen selected models are discussed and recommendations are given for use in industrial applications and for future studies. Main processes are also discussed and comparison with the experimental results is done.

Advanced Drone with Automatic Payload Deployment System and Accident Location Tracker

Habibullah B.M.
Research advisor — associate professor, Ph.D. Abdullin I.N.
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev — Kazan Aviation Institute, Kazan
bahauddinmh@gmail.com

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) / Drone is the class of aircraft that can fly autonomously without pilot on board. Electronic components such as sensors, Global Positioning System (GPS), controller board, etc. are installed to allow ground station manage and control the flight. The range and specification of drone may vary depending on the application areas. Some drones are equipped with the additional sensor in order to perform certain mission both for military and commercial purpose.

Nowadays, drones are widely used in many commercial areas such as for observation, agriculture, delivery, etc. The development of drone for delivery across various industries has seen a steady growth. The Drone Delivery Report finds that the global drone market will grow up to over $43 billion in 2024 at a CAGR of 20.5%. Drone for deliveries will be the fastest growing application method within that market. Using drones for delivery seems easier to operate and takes lower cost than conventional delivery method. We have seen how drones have been used for simple tasks such as delivering pizzas, delivering defibrillators to heart attack victims, and delivering essential medical products or forgotten items to specific areas.

However, the drones are likely to have some common problems such as; payload deployment control system and accident location tracking. An additional command to deploy the payload should be added before starting the flight mission. It can complicate the overall control system especially for autonomous flight mode. In case of an accident, the drone's location could be hard to track due to the malfunctioning of flight controller board and GPS system.

The topic of this paper addresses the development of an advanced drone for delivery with automatic payload deployment system and accident location tracker. The programmed controller boards are installed separately from the main flight controller board. Those controller boards process the stimulus from sensors to deploy the payload automatically whenever the drone reaches the target place and reports the location to the ground controller whenever the drone crashes. GSM module is used in this project to send the accident coordinates via SMS.

Review on vibration fatigue of composite materials

Houyu Lu, Amresh Kumar
Research advisor — professor, Ph.D. Mitrofanov O.V.
Moscow Aviation Institute, Nanjing, China
luhouyu@nuaa.edu.cn

Introduction

The vibration phenomenon exists in the whole process of launching, flying, and landing of the aircraft. Among which thrust devices, weapon launchers, and propellers are the main sources of vibration. Fatigue problems caused by vibrations can cause damage to some thin plate structures of the aircraft, and then which can cause rivets to loosen, and even lead to skin tearing in serious cases, which seriously affects flight safety.

Composite material generally refers to a new type of material composed of two or more different materials of different types, and have different properties through physical or chemical methods. Its performance is not only better than the performance of its components but also some properties are not possessed by its original component materials [1].

The main objective of composite fatigue research is to realize the fatigue life prediction under vibration load. The first is to dynamically analyze the vibration response of the structure, the second

is to determine the position of the dangerous point in the structure, the stress-strain response of the dangerous part, such as stress history or spectral density, etc., and finally the use of the stress-life curve, fatigue damage accumulation theory, and life analysis model to explore the vibration fatigue life of FRP laminates structure under vibration load. To achieve the purpose of life estimation or testing of FRP laminates that bear vibration loads in engineering.

Vibration fatigue damage mode and evolution process

The composite material is an anisotropic material composed of a reinforcing fiber phase and a polymer matrix phase. Because the cross-sectional size of the fiber is small, this reduces the surface defects and internal defects of the material. The matrix plays a role in supporting and protecting the fibers and transmitting loads. The collectively itself does not have high strength and stiffness, but the connection between the fiber and the matrix can achieve very good mechanical properties. In addition to anisotropy, composite laminates also have three-dimensional laminate effects and multiple damage modes. A large number of experimental results have found that when the composite material is subjected to fatigue loading, it generates damage inside the plane and outside of the plane. Inside the plane damage includes matrix cracking, matrix and fiber interface debonding, fiber buckling and fiber fracture, while outside of the plane damage appears as interlayer delamination. The above basic damage modes are often coupled with each other, resulting in more complex comprehensive failure modes.

Failure criteria and life analysis model of composite laminates

The study of composite failure criteria involves damage mechanism, material properties, lay order, loading mode, geometry, etc. in addition, there are various failure modes coupled with each other. The failure criterion based on the fatigue damage mechanism of composite materials is not universally applicable due to the diversity of composition, lay order, angle and dispersion of properties of composite materials.

Generally speaking, the current fatigue damage models can be divided into two, micro physical and macro phenomenological models. The micro model is to find the damage variables that can define the damage function accurately from the point of view of the micro damage evolution process of materials. The macroscopic phenomenological model is more practical, and there are many related researches, including residual strength model, residual stiffness model and residual life model and so on. The following is a review of the research and development of the model.

Solution to vibration response of typical composite materials

There are many ways to solve the vibration response of composite materials, among which Galerkin method, Rayleigh Ritz method, analytical method, and finite element method are commonly used. The following is a selective introduction to these common methods.

Prediction method of vibration fatigue life of typical composite materials.

There are two main methods of vibration fatigue analysis, one is time domain analysis. This method is mostly used in the case of deterministic vibration load. Based on cycle counting, the vibration fatigue problem can be transformed into static fatigue problem. The other is frequency domain analysis. This method is often used under random vibration load.

7 Conclusion and prospect

The author thinks that there are several aspects of the vibration fatigue of composite materials which are worthy to be solved by researchers.

(1) Composite vibration test

(2) Vibration fatigue failure mechanism of composite

(3) Study on vibration fatigue analysis of composite materials

Reference:

[1] Shen guan-lin, hu jian-kai, liu bin. Mechanics of composite materials [M]. Beijing: Tsinghua university press, 2013.

Analysis and design of a reusable orbital launch system

Jagthap G.M.
Research advisor — associate professor, Ph.D. Nikolichev I.A.
Moscow Aviation Institute, Moscow
georgi.jagthap@gmail.com

In consideration of economic feasibility of space travel with the ever-growing interest in commercialization and privatization of the space industry, the ideology of the use of Expendable Launch Vehicles is flawed due to the high cost of manufacture of rockets due to their high engineering and design complexity. Re-usable Launch Vehicles have higher design and manufacturing costs due to their higher complexity arising from their higher systems redundancy and structural reserves, but their reusability allows for the recovery of said higher costs through multiple uses (launches), in contrast to being discarded after single use. The aim of this thesis is to present a viable ballistic trajectory and design configuration of a re-usable Orbital Launch System (carrier-rocket, crew and orbital module). The thesis entails analyses of ballistic trajectories for launch and re-entry of the Orbital Launch Vehicle and its stages, fuel optimization for re-entry, and different pre-existing design configurations of the system with regard to economic viability. To further build upon its feasibility and ease of manufacture as well as reliability, its design will incorporate pre-existing construction elements, including the propulsion system (with available room for modifications, in regard to established manufacturing methods as well as modern material sciences and technologies). With such considerations in place, the amount of time and resources required can be significantly reduced, in comparison to building a Re-usable Launch Vehicle from scratch.

Space debris removal by capture and landing of the particles

Jariwala K.Z.
Research advisor — Nurullaev E.D.
Moscow Aviation Institute, Moscow
kusai.kzj@gmail.com

The process of removing and operation of spacecraft in Earth orbit is associated with the appearance of outer space fragments of various designs. With increasing traffic there is growing number of man-made space debris, which leads to their permanent location in space. According to the estimates of previous years in the near space there are more than 6000 objects, and only 6% are working spacecraft. In addition, it is believed that in low orbits there are over 70 thousand small fragments in the form of bolts, nuts and other constructions fragments, as well as a large number of particles such as flakes, loose paint and thermal barrier coatings, which can damage optical devices, elements of thermal system, electronics and electricity. In this regard, there is a problem of development and justification of project decisions on the removal of space debris from near-Earth orbits. In flight reduction occurs at the height of the fragments under the influence of atmospheric resistance. The time of reduction depends on the ballistic coefficient, which in turn is related to the coefficient of drag, surface area and mass. In this work we have analyzed the expression of the ballistic coefficient of the hollow cylinder, corpulent rod and a square plate, which allows us to evaluate the descend of various fragments. The system consists of 2 spacecraft to remove space debris. The first spacecraft is used for collecting debris, and the second spacecraft is used to reduce the orbit and landing of the particles. The composition of the second spacecraft includes a base compartment, which serves as an aggregate compartment of spacecraft Soyuz and debris disposal unit, which is designed as a cylindrical chamber with inflatable structures. To launch a spacecraft, we propose the launch-vehicle rocket Angara. Debris disposal system and operation capacity circuit is developed by capture of particles and disclosure braking sail, which is represented by a spherical shell of a film. Debris disposal unit includes a sealed container with the film laid braking sail, separation control unit with pneumatic and electro-pneumatic board pusher's, ball-balloon with helium under high pressure. The analysis of films from thermoplastics is comparative. Design

solution for the debris disposal unit and calculation in-case of excess internal pressure is developed. The mass-dimensional summary of debris disposal unit is presented. An algorithm for safe removal of the spacecraft, safe separation of the utilization unit and safe opening of the brake sail is introduced. Predictive analysis of landing time for space debris from a height of 350 km with change of atmospheric pressure is being conducted.

A preliminary understanding about fretting in GTE

Jiayu Wang
Research advisor — professor, Doctor of Science Lesnevskiy L.N.
Moscow Aviation Institute, Shanghai, China
wang.jiayu@mail.ru

Fretting refers to wear and sometimes corrosion damage at the asperities of contact surfaces. This damage is induced under load and in the presence of repeated relative surface motion, as induced for example by vibration. The ASM Handbook on Fatigue and Fracture defines fretting as: "A special wear process that occurs at the contact area between two materials under load and subject to minute relative motion by vibration or some other force." Fretting tangibly degrades the surface layer quality producing increased surface roughness and micropits, which reduces the fatigue strength of the components.

Fretting can take place whenever low-amplitude vibratory sliding takes place between two surfaces. It is a common occurrence because most machinery is subject to vibration, both in transit and in operation. Examples of vulnerable components are shrink fits, bolted parts and rolling bearings.

Fretting is a historic problem in all types of rotating machines. It is, however, only one of the many wear problems in aircraft. The fretting problem is seldom considered adequately in the original design of a machine but plays a real part in the development and early service operation. One potential catastrophic result of fretting damage is the adverse effect on the fatigue life of mechanical components; In such circumstance fretting is critical to the dependable operation through the entire service life of the machine.

In the case of aircraft turbine engines fretting is always a nuisance problem and too frequently contributes to critical failures. Aircraft turbo engines are high rotating speed, flexible machines that operate over wide ranges of temperatures, pressures, speeds and external as well as internal stresses. Fretting usually produces both polished and pitted areas; it occurs at all temperatures, at varied low to high slip velocities, and with slip amplitudes even less than 0.03 mm.

Compressor blade failures in gas turbine engine may have serious consequences for the safety of the engine. Comprehensive investigation on the root cause of the failure is essential for users to prevent similar problems leading to engine malfunction. Generally, blade failures can be caused by a lot of mechanisms under high rotational speed and vibration at elevated temperature.

Fretting resistance is not an intrinsic property of a material, or even of a material couple. There are main factors affecting fretting behaviour of a contact: contact load, sliding amplitude, number of cycles, temperature and relative humidity.

In the present work, an attempt is made and described to reduce the fretting wear of the VT6 titanium alloy, from which the GTE compressor blades are made, by using protective ceramic coatings formed by the microarc oxidation (MAO) method. Fretting wear is determined on a special friction machine that simulates the conditions of friction in the contact of pair of friction of the lock joints of the compressor blades. Using this special friction machine, two types of coatings obtained by the MAO method on different electrolytes were compared: silicate electrolyte (Na2SiO3, (NaPO3)6, NaAlO2) and aluminate electrolyte (NaAlO2, Na2CO3). Based on the energy approach to fretting analysis, the wear resistance of the formed coatings was compared for the first time and the boundaries of their applicability in practice were determined. The main goal of the work is to develop recommendations for the use of a protective coating to reduce fretting wear and increase the life of the compressor blade lock joints.

Reliability of pyro-locks and deployable structures of spacecrafts

Khan Anmol
Research advisor — Nurullaev E.D.
Moscow Aviation Institute, Moscow
an.khan18@yahoo.com

Separation of booster rocket blocks and spacecraft compartments, dumping of fairings and deployment of structures are associated with triggering of pyro-locks, which leads to an increase in high pressures in a short time and creates high short-term overloads in adjacent areas of the structure. The load on the structure depends on the strength of the pyro-locks and the rigidity of the structure. The source of energy for the functioning of pyro-locks are pyro-cartridges. In this paper, we consider the scheme and the operating conditions of pyro-locks through description of the work of the driving and braking forces. The force of movement is determined by the force of the pyro-cartridge, which is expressed through the pressure that occurs when the pyro-cartridge is triggered in the volume of the working area. The braking force is determined by the bearing capacity of the pyro-lock case, which is expressed through the profile, dimensions and strength of the material. On the basis of force expressions, the events of the operation of the pyro-cartridge and the opening of the pyro-lock are compiled. An assessment of the likelihood of a faultless pyro-cartridge functioning is defined as the joint execution of these events. The reliability of the activation of the squib is recorded taking into account the number of elements in the joint. It is shown that the use of one gas generator and one collector, as well as the use of a backup gas generator improves the probabilistic assessment. The reliability of the disclosure of the pyro-cartridge is recorded taking into account the joint fulfillment of two inequalities. The first inequality characterizes the probability of disruption of checks, and the second inequality characterizes the probability of non-destruction of the pyro-lock case. The unconditional probability of a joint opening is estimated by the formula of total probability under the assumption of a normal distribution law of random variables. A graph of the reliability and strength of the pyro-cartridge is obtained.

The deployment of spacecraft designs is an integral part of space programs. Deployable structures are in the folded state at the spacecraft launch site. The deployment and fixation of the structure are associated with the mechanisms of stripping, turning and locking. In this paper, we consider the circuit diagram and operating conditions of a single-link antenna through a description of the forces of motion and braking. The force of movement is determined by the moment of the pusher and torsion spring according to the angle of rotation of the antenna. The braking force is determined by the moment of friction and the latch on the angle of rotation of the antenna. Fixing the antenna at the final angle of rotation is characterized by shock loads, when the kinetic energy of the antenna's movement passes into the potential energy of the antenna deformation. Kinetic energy is determined by the difference between the driving force and the braking force. The potential energy is determined by the ratio of the product of the load to the length of the antenna rod and the product of the elastic modulus of the material of the antenna rod at the moment of inertia of the section of the antenna rod. The voltage in the root section of the antenna rod is determined from the condition of equality of kinetic energy and potential energy and is characterized by the ratio of the product of the load by the length of the antenna rod and the moment of resistance to bending. The condition of non-destruction of the structure is determined so that the rated voltage is less than the allowable voltage. Permissible spring operation is characterized by allowable stress. Based on the force expressions, the events of the operation of the pusher, the spring and the clamp are made. The assessment of the probability of failure-free deployment and fixation of the antenna is defined as the joint execution of these events. The reliability of the deployment and fixation of the structure is written taking into account the joint fulfillment of two inequalities. The first inequality determines that the work of the force of motion is greater than the work of the braking force of the final angle of rotation, and the second inequality determines that the work of the force of motion is less than the allowable work of the spring. The unconditional probability of deployable and fixing the structure is estimated by the model of the chain under the assumption of a normal distribution law of random variables. A graph of the reliability and operation of the spring is obtained.

Fretting of materials and coatings in jet engines

Liang Yuxiang
Research advisor — associate professor, Ph.D. Lyakhovetskiy M.A.
Moscow Aviation Institute, Beijing, China
ngjhlyx@gmail.com

Fretting is a specific type of wear. It is defined as a small displacement amplitude oscillatory motion between two nominally stationary solid bodies in contact under normal load [1]. It is a historic and critical problem for jet engines. Fretting damage is observed in many components of jet engines such as fan, compressor, turbine blades mountings and dampers, splines, disk spacers, static seals, flexible mountings and so on [2]. Therefore, studying the damage behaviour and protective measures of fretting has important theoretical significance and engineering application value.

Fretting can be divided into three categories: fretting wear, fretting fatigue and fretting corrosion [1, 3-5]. Damage to materials and components caused by fretting usually manifests itself in two forms: (1) fretting can accelerate the initiation and growth of fatigue cracks and reduce the fatigue life of the component; (2) fretting causes surface wear between contact surfaces and as a result, the original dimensions of the components change, causing loosening of the original fastening connection. So far, a lot of theoretical, experimental and computational simulation work has been carried out on fretting wear, fretting fatigue and fretting corrosion. Plenty of measures are investigated to prevent or reduce the effects of fretting and many new techniques are proposed to mitigate the damage caused by fretting.

The main ideas of mitigating fretting are to design for no relative motion of the surfaces at the contact, to decrease the surface roughness of the surfaces or to increase the hardness of the surfaces [6-7]. Specifically, the strategies are divided in to four categories: application of surface engineering techniques, reasonable selection and matching of materials, optimization and improvement of structural design and usage of lubricating medium. Among these techniques, micro-arc oxidation is a widely used one.

As mentioned above, producing functional fretting-wear-resistant coatings on surfaces of components is an effective way to reduce the wear rate. The main work of this thesis is to produce a composite ceramic coating on the aluminium-based alloy using micro-arc oxidation and investigate its fretting wear behaviour.

Aluminum alloys are widely used in the manufacturing of jet engine components nowadays. For valve metals and alloys, such as aluminum, titanium, magnesium, zirconium, etc., micro arc oxidation is a promising method for producing wear-resistant coatings [8]. The formation of the coating using micro-arc oxidation occurs in electrolyte at a potential between the part and the bath of a few hundreds of volts; this results in the initiation of a large number of short-lived high-temperature discharges, which stimulate the growth of the coating, on the surface of the part. By means of micro arc oxidation, a layer of aluminum oxide (Al2O3) ceramic coating grows in situ on the surface of aluminum alloy through the principle of plasma electrolysis [9]. This coating is firmly bonded to the base alloy and has high hardness, wear resistance, heat resistance and corrosion resistance, and small difference in thermal expansion coefficient from the substrate.

After the production of specimens of the aluminium-based alloy covered with a micro-arc oxidation coating, the structure and the physicochemical characteristics of the coatings, such as morphology, micro hardness, metallography, roughness, will be determined using corresponding devices. Then the fretting wear tests will be carried out using a reciprocal friction machine under all design conditions. The fretting behaviour will be studied by plotting the fretting map [10] and the analysis of hysteresis loops at different fretting regimes will be stated eventually.

References:

1. Waterhouse R. B. Fretting Fatigue. International Materials Reviews, 1992, 2(37). 77-98.
2. Johnson R. L., Bill R.C. Fretting in aircraft turbine engines. NASA TMX-71606, 1974.
3. Waterhouse R. B. Fretting corrosion. Oxford: Pergamon Press, 1972.
4. Waterhouse R. B. The role of adhesion and delamination in the fretting wear of metallic materials. Wear, 1977, 45(3). 355-364.

5. Waterhouse R. B. Fretting wear. Wear, 100(1-3). 107-118.
6. Tao Z. Research Progress and Application of Fretting Fatigue. Technology Wind (China), 2013. 82.
7. Shen M. Research progress of fretting fatigue. Journal of Materials Engineering (China), 2010. Pp. 86-91.
8. Lesnevskiy L. N., Lyakhovetskiy M. A., Savushkina S. V. Fretting Wear of Composite Ceramic Coating Produced on D16 Aluminum-Based Alloy Using Microarc Oxidation. Journal of Friction and Wear, 2016, 37(3). 268–273.
9. Yerokhin A.L. Plasma electrolysis for surface engineering. Surface and Coatings Technology, 1999, 122. 73–93.
10. Vingsbo O, Soderberg S. On fretting maps. Wear, 1988, 126(2). 131-147.

Statistical analysis of the types and causes of civil helicopter accidents

Moon Kyoohwan
Research advisor — associate professor, Ph.D. Yakovlev A.A.
Moscow Aviation Institute, Moscow
moonapower@naver.com

Helicopters are used in civilian aviation for various purposes. Significant efforts are being made to improve the helicopter flight safety, however, a lot of accidents are still occurring. In Russia, the number of helicopter accidents increased from 2008 to 2018 [1]. This shows the need to analyze the distribution of the main types and causes of helicopter accidents.

The analysis of the main types of civil helicopter accidents and their causes was performed using statistical data [2, 3]. The NTSB data for the causes of accidents were considered for the period from 2008 to 2019 [2]. Also, the causes were investigated based on the following three groups of the types of accidents: the technical issues, the personnel issues and the environmental issues.

The results of the analysis indicate that the most common type of civil helicopter accident was the loss of control in flight. In addition, it was clear that the personnel issues include the largest share of the causes of accidents, and the main causes of all the types of accidents were related to the actions and decisions of the pilots.

References:

1. Moon, K., Yakovlev, A.A., & Artamonov, B.L. (2019). On the issue of civil helicopter flight safety based on CIS statistics. In 18th International Conference "Aviation and Cosmonautics — 2019" (pp. 345-346). Moscow: MAI.
2. NTSB. (n.d.). Aviation Accident Database & Synopses. [online] Available at: https://www.ntsb.gov/layouts/ntsb.aviation/index.aspx [Accessed 2 Jan. 2020].
3. Karibov, D. (2017). Analiz statistiki aviaproisshestvij s vertoletami GA RF 2012-2016 gody [Analysis of statistics of civil helicopter accidents in the Civil Aviation of the Russian Federation 2012-2016][online] Aviation Explorer. Available at: https://www.aex.ru/docs/4/2017/10/12/2664/ [Accessed 14 Dec. 2019]. (in Russian).

Project for the creation of a cosmodrome in Mexican territory for scientific and tourist purposes

Olascoaga Carlos, Garduño R.A.
Moscow Aviation Institute, Moscow
charly.olascoaga@gmail.com

On April 20, 2010, the creation of the Mexican Space Agency (AEM) was approved by presidential decree with the objective of forming technical cadres capable of developing technology and infrastructure to consolidate our country as a technological power in the space sector. Recently, great efforts have been made by the Mexican scientific community to achieve technological independence, through the creation of a nanosatellite (CubeSat), which was named as AztechSat-1

(2020). In order to put these communication devices into orbit, intermediaries are used, some use their carrier rockets to carry various satellites as a payload to their final destination, so in some occasions the budgets of some countries prevent this scientific mission from being carried out, since most intermediaries are private companies, which require that contracts be signed for large amounts of money, slowing the technological development of these nations, including our country. Given this situation, we want to rescue an idea that was addressed at the beginning of the creation of the AEM, which was the construction and implementation of a cosmodrome in the Yucatan Peninsula, specifically on the outskirts of the city of Chetumal, in the municipality of Othón Blanco, having an operation area of 30 hectares. The choice of this place was because of its proximity to Ecuador (with a launch from the equator, the mass of payload that can be taken to the orbit grows between 20-30%.). Large water reserves and remoteness of populated centres, so in case the launch is not successful, the carrier rocket will not kill anyone. The idea of new startup cosmodrome building and spacecraft manufacturing for the first tourism spaceport in Central America is very attractive market since Mexico has a very close location to the Equator, being exactly to the Tropic of Cancer makes very optimal for launching rockets and spacecrafts giving Earth's rotation 430m/s average of speed in advance, the ideal location will be in the Yucatan Peninsula near the Gulf of Mexico in the South West Part of the country. This can also translate into a local and national economic benefit, because several private companies are interested in promoting space tourism, so this site can be leased to launch rocket launches for this purpose. In addition, interest in technological and scientific development by the Mexican academic community will be encouraged, since by having our own space to launch, we will have the ability to focus on the creation of new satellites for meteorological and national security purposes, in addition to the development of new rocket-carriers that will carry this payload into space.

Review of calculation methods and experimental studies of structurally-anisotropic aircraft panels from composite materials

Osman M.N.
Research advisor – professor, Ph.D. Mitrofanov O.V.
Moscow Aviation Institute, Moscow
mazenosman82@gmail.com

The efficiency of using composite materials in AIRCRAFT load-bearing structures is determined by the degree of perfection of the agreed calculation concepts, calculation methods and production technology of the product. Various approaches to the study of structurally-anisotropic panels made of composite materials are being analyzed and considered in the works of representatives of leading foreign and domestic scientific schools for the period from 2000 to the present. Classification and analysis of the main directions of development of the theory of strength and buckling of structurally anisotropic composite panels are of interest, the most developed models and equations. The formulation of problems of strength and buckling are considered, formulation of problems of strength and buckling mechanical energy effects, formulation of problems of strength and buckling taking into account manufacturing technology. The classification of mathematical models, analytical methods of calculation, numerical methods of calculation and results of experimental studies is given. We consider problems for a flat rectangular multiplayer panel made of polymer composite materials, the skin of which is eccentrically supported by a longitudinal-transverse set, and for a flat rectangular plane panel that has anisotropy due to the asymmetry of the package structure properties in thickness. The panel is field under the action of a transverse load, as well as under the action of a compressive and shear load, applied to the edges in the plane of the skin. The conditions for fixing the boundary edges are arbitrary. Currently, structural optimization is one of the most pressing design problems. The widespread use of the structurally-anisotropic panels made of polymer composite materials PCM in aircraft structures leads to the need to develop refined methods for evaluating their stress-strain state and buckling at the design stage. The existing methods of optimization and design of reinforced PCM panels and structurally – anisotropic supported PCM panels are considered. A review of publications by domestic and foreign authors is given, and the current state of the issue is analyzed.

In order to minimize the mass of a structurally – anisotropic composite panel, they are used as an example: standard genetic algorithm. Global approximation method, when the calculation time is reduced using previously developed models, built solutions using analytical numerical methods. optimization procedure with a global approximation strategy based on artificial neural networks and a genetic algorithm. The authors consider various types of reinforcements, panel loading, and optimization criteria. This review provides an opportunity to assess the state of the issue and outlines the scope of further research. It is necessary to the develop a design and optimization process to minimize the weight and meet the necessary design constraints of structurally-anisotropic panels of their PCM, which is based on new computational models in a refined formulation.

To develop an aircraft control device by using a symmetrical airfoil having an auto-rotating cylinder with adjustable spikes at the leading edge

Panchal M.K.
Moscow Aviation Institute, Moscow
manishpanchal1939@yahoo.com

The aim of this work was to provide a device for controlling the aircraft using a combination of a symmetrical airfoil with an auto rotating cylinder with adjustable spikes at the leading edge. The main objectives of this work are:

• To decrease the weight of the aircraft by removing heavy pneumatic and hydraulics system actuators used for conventional aircraft control surfaces (ailerons, flaps, vertical and horizontal tail).

• To decrease the turbulence or vibration created by actuation of conventional aircraft control surfaces.

• To increase the aerodynamic performance of aircraft. i.e. coefficient of lift (CL) and max. operational angle of attack (α).

The main idea of this work is that when a rotating cylinder is placed at leading edge of the airfoil it increases the lift force of the lift force of the airfoil when cylinder is rotated in the flow.

And for generating lift force we need low pressure or high stream velocity at upper surface and high pressure or low stream velocity at lower surface.

In this system lift force is generated by rotating cylinder helping in increasing the flow velocity leads to pressure difference result in lift force. Direction of this force depends on the direction or orientation of spin/rotation of cylinder (clockwise or anticlockwise). This helps us to generate negative lift force (downward). And combination of a negative and a positive force at the end/tip of wings can be used for rolling movement of aircraft.

Similarly, at horizontal tail, a negative lift force results in pitch up movement and a positive lift force results in pitch down movement. Same concept can be used at vertical tail for steering aircraft left and right or yawing movement.

As the cylinder is auto-rotating it does not need any power supply to operate, it uses force/flow of air to rotate itself by the help of small spikes which can be alter to change the orientation of spin (clockwise or anti-clockwise) to produce desirable direction of lift force (upward or downward).

The result of the work done is that, this device can be an alternate and efficient option in comparison to conventional control surfaces which are heavy in comparison to this system and the methodology of creating a similar system for any other airfoil.

Study of exploring the latest opportunities that are created for newcomers in the aviation industry due to the shortcomings of the American, European and Chinese aircraft industry: A case of the new Russian passenger aircraft MC-21

Perera L.I.
STANKIN, Moscow, Colombo, Sri Lanka
lahiruiroshanperera18@gmail.com

Currently airliners mainly focus on the economy factor while concerning about the safety. As China introduced a product called C919 with the lowest cost already made an impact to the global market. But it is not about the cost of the aircraft. It must come up with a proper safety package with a partner organization where all the information process after the buying process. COMAC C919 had that issue lately but now they are working on it. However, it's not a process about 2-3 years. The results of their decision appears after 10-15 years later. As the leader in the industry, Boeing has a huge decision ahead of them. Which is affecting their whole system even to the parties who are connected with them from outside. They have to decide whether they are going to shutdown their 737 MAX production line or not. Obviously it comes with lots of disadvantages itself. However, decision must be made. Depending on their decision industry will change considerably. Where newcomers get more opportunities. Airbus already decided to shutdown one of the main product which was lately helped them to earn big part of the market. Unfortunately, due some reason they had to take a step back. While they already have a substitution newcomers are welcomed by airliners. For an example 'Project Sunrise' which is introduced by one of the major airliner 'Qantas'. According to records, they haven't confirmed the aircraft which they are going to add for the project. So that opportunity is still open for the market. Not only that, there are plenty of opportunities from various airliners where they are looking for the factors like economy, safety, durability and facilities with new technology. When considering about new invention and technologies, Russian product named MC-21 came up with lots of options which are acceptable by today world. Having those kind of facilities itself makes the product quite interesting to use by airliners. This point already proved due to orders which it received so far. As we are discussing opportunities for the newcomers while highlighting the Russian product which manufactured by Irkut Corporation. They need to focus on material suppliers and the cost obviously. These two factors are the most important when it comes to manufacturing and keep deliver the orders on time. Because they directly affect the income and cost of the organization. As a factor which reveals us about how the future of aviation is going to look like and the idea about competition, in 2019 one of the main part at the MAKS Air Show was a full-size model aircraft named CR929. It is a wide-body aircraft. This is a live example where newcomers in the aircraft manufacturing field rising up together stronger. Russian and Chinese aircraft manufacturers are working on this together. This project is considered as a most high technology used common project where two states equally contribute for the program. Currently, the process of developing the first Russian-Chinese aircraft, according to officials' records, is going according to the plan. According to designers, this product is expected to make its first deliveries in 2025-2027. When considering about a specific industry, it is not about one factor which we can consider and compare. Simply there are lots of parties involved. As well as lots of factors connected. Having all these things together make the process complex while all try to do their best. In a situation like this, even a small mistake leads to a huge drawback. So that leaders in the industry as well as newcomers must be concerned about that. In this paper, we mainly focused on the current situation in the aircraft industry where leaders facing drawbacks while newcomers try to rise up with that opportunity. As well as competition, we also noticed that newcomers getting together, when leading companies trying to stand alone. Anyhow future is going to more technological and amazing with those factor. People need transportation where suppliers willing to afford the service with a low cost and make sure their safety. The market is open for everyone while main competitors have major drawbacks themselves which they still couldn't figure out yet. As a business, it is all about customer requirements and their satisfaction. Their focus need to be on that and target should be it.

Low observable principles, stealth aircraft and anti-stealth technologies for 5th generation fighter

Pradhan N.K.
Moscow Aviation Institute, Moscow
pradhanneeraj97@gmail.com

During the last decades, stealth technology has proven to be one of the most effective approaches as far as the endeavour to hide from radar systems is concerned. Especially for military aircraft, "stealth" or "low observable" technology has become ubiquitous: all new aircraft types are designed taking into account low observable principles and techniques while existing jet fighters are considered for modification in order to reduce their radar signature. A low radar signature for a target means that it is detected and tracked at a shorter distance from the radar. However, low observable does not mean no observable, i.e., complete disappearance from the radar screens. Furthermore, stealthiness comes at a price. Apart from the development cost, stealth aircraft have higher flyaway cost and important maintenance costs, while they have significant operational limitations due to the specific aircraft shape imposed and materials used, and also due to the limited fuel and weapons, which have to be carried internally. Any pylon, tank, missile or pod carried externally increases the radar signature. Having realized the capabilities of stealth aircraft, many countries have been developing anti-stealth technologies. The following systems have been reported to be potential counter-stealth approaches: passive / multistatic radars, very low-frequency radars, over-the-horizon radars, and sensitive IR sensor systems. It is commonly accepted that the U.S. exhibits an important advantage in the stealth domain, while Russia and China are leading the anti-stealth effort, followed by other countries. Stealth is one of the key factors required for establishing air superiority in modern warfare. Stealth can be defined as, "The act of moving, proceeding, or acting in a covert way". Aircraft Stealth technology essentially deals with reducing the aircraft signatures and observables, thus providing the aircraft with the capability of evading the enemy's air defensive system. The advent of the laser-guided bomb revolutionized precision land attack, for it could function with an average CEP of less than 20 feet from the aim point. The recent marriage of modern stealth attack aircraft and precision-guided munitions has created a potent weapon that can penetrate almost any current defence and destroy almost any target. Stealth aircraft can make successful offensive attacks with much fewer supports. For example, the apparent advantages that sophisticated surface-to-air defensive systems once held are currently countered by stealth technology. Stealth is a concept that is applied not only to aircraft but also to ships, submarines, tanks, armoured vehicles, etc. Though stealth aircraft cost much more than a conventional fighter, the cost is justified by the high survivability exhibited in hostile environments, where conventional fighters fail. The Radar Cross Section (RCS) is a measure of the power scattered from a target to a certain direction when the target is illuminated by electromagnetic radiation, i.e., a measure of how detectable a target is by radar. Concerning monostatic radars, where the antenna is used for both transmission and reception (the majority of radar systems), RCS is a measure of the backscatter or radar return of a target. A larger RCS means that an object is more easily detected with radar. Trying to avoid formal definitions, the most intuitive description of RCS is the comparison with a metal sphere with a cross-section of 1 m², i.e., with a diameter of roughly 1,13 m: the RCS of an object is the cross-sectional area of a perfect metal sphere which yields the same radar return with the object. RCS is measured usually in m². To cope with the large dynamic range of the RCS values, it can be measured also in decibel with reference to one square meter (dBsm), which equals 10·log (RCS in m²). Typical RCS values for various targets can be found in Table 1. Real RCS values are highly classified. Thus, these values are indicative and should be considered in the sense of the "order of magnitude". The importance of the RCS relies on the fact that it takes part in the radar equation, affecting directly the maximum detection range of a target. For example, if a typical air defense radar could detect a target with an RCS of 1 m² (small fighter) at 200 nautical miles (NM), it would detect a target of 5 m² RCS (large fighter) theoretically at 299 NM (however, the upper limit of most ground radars is set to 255 NM). A reduced RCS fighter of 0,1 m² RCS would be detected at 112 NM and a stealth fighter of 0,001 m² RCS would be detected at 36 NM. The same logic applies to any kind of radar. However, concerning fighter

aircraft radars, as well as air-to-air missile seeker radars, the respective ranges are considerably shorter compared to the ones of ground radar. In theory, the RCS of some simple objects, such as a perfect sphere, can be well defined.

Feasibility of modular Reusable Lunar Launch Vehicles (RL2Vs)

Takla Mina
Research advisor — Nurullaev E.D.
Moscow Aviation Institute, Moscow
MinaMMYoussef@gmail.com

"Once you are in orbit, you are halfway to anywhere in the solar system" – Robert A. Heinlein. While this statement holds true for Earth, it may be invalid if you launch from other celestial bodies. This depends on parameters like the relative size, atmospheric composition and density of the planet or celestial body. The gravity on Earth is 9.81 m/s^2 and the escape velocity is 11.3 km/s. The Earth has thick layers of atmosphere, which contribute to atmospheric drag during spaceflight.

Launching from a relatively smaller celestial body that has a relatively thinner, less dense, or no atmosphere would significantly reduce the propellant mass fraction and increase the payload mass fraction. Since we still rely on chemical rockets to launch virtually anything to orbit and deep-space, this coupled with reusability would in turn decrease the launch costs by orders of magnitude.

Fortunately, the perfect candidate for this is the Moon, which also happens to be the closest celestial body to the Earth. Moreover, there has been mounting evidence that frozen water exists on the poles of the Moon and that the Lunar regolith holds invaluable elements and minerals, such as high concentrations of Helium-3, Silicon, Aluminum, Iron, Magnesium, Calcium, Oxygen, and others. The Moon was thought to have no atmosphere, but recent studies confirmed that it has a very thin atmosphere, or more precisely an exosphere. The escape velocity from the Moon is 2.4 km/s, which is just around two times the speed of sound or a speeding bullet. This would not only increase the payload capacity and decrease the propellant mass fraction, but would also enable the launch of more massive and more sensitive equipment from the Moon to anywhere in the solar system.

This dissertation demonstrates the feasibility of developing modular Reusable Lunar Launch Vehicles (RL2Vs) to launch cargo/Lunar resources from the surface of the Moon to the Lunar Orbital Platform-Gateway (LOP-G) and vice versa at a fraction of the propellant cost of current Expendable Launch Vehicles (ELVs) and Reusable Launch Vehicles (RLVs). Initially, the launch vehicle would be fabricated and tested on Earth, then launched to the Moon. However, in the long term, regular maintenance and replacement of critical components with In-Situ Resource Utilization (ISRU) based ones, as well as refueling based on water extraction and splitting by means of electrolysis to produce propellant based on liquid hydrogen and oxygen will be carried out on the Moon.

An overview on the major challenges of rocketry and chemical propulsion systems, such as the tyranny of the rocket equation, drag coefficient, gravity, and propellant mass fraction, is outlined. Additionally, the layout of the RL2V is developed, including a docking unit, a cargo compartment, propellant tanks, an engine compartment, and a reusable landing gear. Furthermore, a theoretical model, in which RL2V operates between the Lunar surface and LOP-G in Lunar orbit, is presented. The results, including critical spacecraft design parameters, orbital parameters, applications, and payload mass fraction relative to the propellant mass fraction of the proposed RL2V, are calculated. Moreover, the payload and propellant mass fractions of current Earth-based chemical rockets are compared to those of RL2Vs.

An orbital program was developed to select critical design parameters, including the radius of the Moon, the gravity of the moon, the basic/intermediate lunar orbital velocity, the altitude of the basic/intermediate lunar orbit, the mass of the RL2V, the specific thrust of the propulsion system, the Total Specific Fuel Consumption (TSFC), pitch angle, pitch angle change rate, and overload on the moon, for a take-off and descent from and to the Moon. Additionally, graphs and a simulation of the change in velocity, altitude, overload, and the angle of the velocity vector relative to the local horizon over the flight time are constructed.

The mass-dimensional relations, including the radius of the Moon, the radius of the basic/intermediate lunar orbit, the radius of the basic/intermediate lunar orbit, the density of fuel components, the ratio of the fuel components, the volume of fuel components, the dimensions of the torus and spherical propellant tanks, the specific thrust of the propulsion system, TSFC, RL2V design weight, RL2V propellant mass, RL2V payload mass, are calculated.

Major problems of the modern philosophy of technology

Undavalli V.K.
Research advisor — associate professor, Ph.D. Ivanov M.A.
Moscow Aviation Institute, Moscow
u.vamsikrishna@yahoo.com

The philosophy of technology in its development has raised and continues to raise the most important questions of understanding technological development. Among them: the problem of the nature and essence of technology; epistemological and methodological aspects of engineering; the relationship of technology and society, technology and nature, technology and science; axiological factors in the development of technology and technosphere, among which should be highlighted ethical problems of engineering and responsibility of the creators of technology to society and humanity; global problems of modern civilization and technology; problems of technology and the future of mankind [1, p. 228-240].

All these diverse and highly relevant issues need to be addressed holistically, and this approach provides a philosophical analysis. The philosophical understanding of technology is closely related to the historical development of both society and the stages of technology. Going through certain points of bifurcation in its development, civilization at the present stage is faced with the danger of confrontation between man and technology, with the possibility of creating artificial intelligence that suppresses human nature and does not need a person, there is also a threat of destruction of humanity in a world war, threats to the ecological order. These dangers pose important challenges to the philosophy of technology.

At the present stage, there are four main approaches to the philosophical understanding of technology: 1. Technological anarchy. 2. Technophilia. 3. Technophobia. 4. Technological appropriateness [2, p. 26-37]. Technological anarchy involves the unregulated development of technology. Technology is seen as an end in itself. The less government intervention in the development of technologies, the more powerful and guiding force they become in social and technical development. Technophilia is the love of technology, in which technology becomes our life, a form of play, and is applied to education, public administration, commerce, office work, healthcare, personal psychology, sex, and so on. Technology becomes a technocracy, a controlling force of society. Technophobia is interpreted as a fear of technology. It expresses awareness of the threat posed by the uncontrolled development of technology. Technophobia in its ultimate goals is focused on the eradication of technology or reducing it to a minimum role in life. Technological appropriateness involves the maturation of the mutual relationship between technology, man, and the world. Technological appropriateness implies harmony between man and technology, and the development of technology in accordance with human values. This position requires that we reflect on our goals and values before committing to developing new technologies or even continuing to use some old technologies.

Of the four types of relations to technology and the corresponding philosophical positions noted above, technological appropriateness, in our opinion, most meet the needs of the development of modern civilization. Technological appropriateness is the most balanced concept: it does not deny technology, as is the case in technophobia, and does not exalt it like technophilia; it does not let technology "float freely, independent of man" like technological anarchism. Technological adequacy establishes the necessary relationship between man and technology and makes the development of technology-dependent on humans and, above all, humanitarian and humanistic values [3]. This relationship is not just postulated but is an internal need for the development of technology and man, technology and society. With the uncontrolled development of technology, there is a risk of

destroying human civilization and man as a species. This type of development will lead to the self-destruction of technology. The fear of technology, the attempt to abandon technology or freeze its growth are inadequate to human nature and human development. Therefore, the main task of the modern philosophy of technology is to justify the need to link technology with value principles and to help strengthen this relationship. In the implementation of this task, you should see the dictates of time. Just as technology initially developed without an internal link with science, and only in the late 19th and 20th centuries did this link become indissoluble, so the link between technology and human values is becoming increasingly stronger and necessary for the existence and development of modern civilization.

References:

1. Ivanov M.A. Aksiologicheskie aspekty tekhniki i tekhnicheskoj deyatel'nosti / Istoriya i filosofiya nauki (Filosofiya nauki): uch. pos. / pod red. prof. YU.V. Kryaneva, prof. L.E. Motorinoj. –4-e izd., pererab. i dop. M.: KnoRus, 2018. – 418 s.

2. Alan R. Drengson. Four Philosophies of Technology/(Chapter 2) Technology and Values: Essential Readings:Edited by Prof.Craig Hanks.:Wiley-Blackwell April 2009.- 560p.

3. Jonas, H. Princip otvetstvennosti. Opyt etiki dlya tekhnologicheskoj civilizacii/ Perevod s nem., predislovie, primechaniya I. I. Mahan'kova. — M.: Ajris-press, 2004.

Collaborative navigation of air-ground multi-agent based on hierarchical SLAM

Wang Xiaolong, Jie Xu, Xiaokang Ma
Research advisor – associate professor, Ph.D. Alena Morzhukhina
Moscow Aviation Institute, Nanjing, China
kingthelittledragon@gmail.com

Introduction

Inspired by the improved feature point method, this paper designs and compares monocular vision algorithms that use three feature point description methods: Euclidean point (EP), inverse depth point (IDP), and anchored homogeneous point (AHP). The layered SLAM multi-agent system forms an original layered SLAM multi-agent coordinated navigation method for space and ground. To verify the effectiveness of the system, we use ANEES to analyze the error. Without sacrificing the volume of the device, the navigation position and attitude errors are reduced, and the positioning accuracy is increased, so that the accuracy of the navigation system is significantly improved.

Hierarchical SLAM system

The entire system flow includes the following steps: first, extract the feature points in each frame; second, initialize the robot pose and feature point information; then, according to the state model of the system, predict the pose information of the robot at the next moment; Finally, the state estimation and covariance matrix of the system are updated by Kalman gain.

During the running of each frame, the agent will update the feature point information in the vision, delete the disappearing feature points, add new feature points that just entered the vision to the iterative process, estimate the pose of the target object, and convert it to the picture of WRF after drawing in the picture of lrf.

In order to solve the problem of large amount of data between frames, this article defines the scene where local map is merged into the global map as a new concept: general loop closure (GLC). For a single motion agent, the process of the GLC algorithm is the same as the ordinary loopback detection. For multi-agents, the GLC algorithm also includes the merging of map landmark information triggered when the trajectories of the two agents have intersections.

Each time the navigation system goes through the GLC process, the position error is reduced, which can effectively avoid the position drift caused by the accumulated error.

Fusion feature point monocular SLAM algorithm

In monocular SLAM, the camera motion and scene structure between two frames are estimated by extracting and matching feature points of the image, thereby achieving a basic motion estimation between two frames. In order to enhance the accuracy of pose information, a monocular SLAM

algorithm is designed in this paper, which integrates three kinds of feature points: Euclidean Point(EP), inverse Depth Point(IDP), Anchor Homogeneous Point(AHP).

After two improvements on the basis of EP, by expanding the application range of IDP, converting IDP into AHP, the positioning accuracy is further improved on the basis of increasing the calculation cost. In IDP and AHP, the elevation and azimuth angles of the light direction at the initial position are used, and are used in the subsequent calculation process. By adding this information and using the redesigned conversion formula to map to the camera plane, we can get the location information of the agent, so as to determine the accurate agent position.

Simulation

In order to verify the validity of the method in this paper, a simulation test is designed and carried out. According to the analysis of experimental data, the performance of EP is the worst, and the maximum number of lost feature points reaches 35 points. The performance of IDP and AHP is close, but IDP has more accidental deletion events than AHP. No feature point loss occurred, but the single run time was significantly longer than the first two feature points.

Conclusion

The multi-agent navigation algorithm based on hierarchical SLAM designed in this paper not only saves the calculation time, but also reduces the position error by 40%. From the simulation data, it can be seen that the performance of the air-ground cooperative system is better than that from single agent, and the optimized inverse depth point and anchored homogeneous point based on the Euclidean point reduce the position error. Other studies in this application scenario cannot be uniformly judged within the scope of the author's ability, so it is difficult to compare with other multi-agent algorithms, but the improvement over single agent is very obvious. Due to the limited space, only the navigation system based on feature points is studied. The navigation system based on fusion line features will continue to be discussed in future research.

Attachment mechanism and application study of roller adhesive wall climbing robot

Xu Jie, Xiaolong Wang, Tongzhen Ren
Research advisor — associate professor, Ph.D. Alena Morzhukhina
Moscow Aviation Institute, Nanjing, China
xujiescience@gmail.com

Geckos are able to attach to smooth walls or even ceilings and climb flexibly at a fast speed, relying on nano-scale bristles on the soles of their feet. It was found that the dense bristle structure of its feet can generate strong intermolecular forces with the smooth surface. Inspired by it, a soft, high-quality, bionic polymer adhesion material was created, which can be used to design an efficient attachment mechanism for wall-climbing robots. The adhesive material is made of PVS polymer through processes such as mold casting and electron beam deposition. Within a certain range, the greater the preload, the greater the adhesive force generated by the adhesive material.

Most of the wall-climbing robots that have been developed currently use foot or tracked climbing mechanisms. In order to ensure that the robot can obtain a reliable adhesion when climbing on the wall, its climbing speed can only be kept within a relatively limited range. The bio-gecko adhesion wall-climbing robot with intermolecular force as the attachment mechanism has a very urgent and broad application demand in the fields of people's livelihood and aerospace. It can replace humans for a variety of spaces activity such as in-pipe line detection and out-of-vehicle maintenance.

The relationship between motor torque, robot weight and adhesion force was obtained by analyzing the quasi-static force of the robot climbing on the surface with variable inclination angle. In order to overcome the three failure phenomena, Sliding Down, Backward and Stagnation, that may occur during the climbing process of the robot, the tangential adhesion force generated by the robot must be able to withstand the component of the robot's weight in the direction of the climbing surface. The torque of the front wheel adhesion force relative to the contact point of the rear wheel and the surface must be able to withstand the moment of gravity on the rear wheel contact point. The torque of each motor must be strong enough to drive the roller to detach.

Based on a four-wheel drive structure driven by a motor and gear transmission, a four-spoke roller mechanism with stable adhesion and easy peeling is designed, the robot Climber XV was created. The body and rollers of Climber-XV are made by 3D printing. The robot has a weight of 59g and an overall size of 155 × 74 × 40mm.

Test the robot's performance through extensive experiments. The first set of experiments tested the wall climbing performance of the robot on vertical surfaces of different materials. The results show that the robot can stably adhere and climb on the vertical surfaces of glass, plexiglass, smooth plastic plates and smooth aluminum alloys. The second set of experiments tested the startup acceleration and climbing speed of the robot during the wall climbing process. A high-speed camera was used to shoot a high-speed video of the robot climbing the wall at 500 fps and the software i-speed was used to punctuate and calculate. The startup acceleration is 11.10 m/s^2 and the climbing speed is 8.82cm/s.

The third set of experiments measures the magnitude and change of the adhesion force generated by the adhesive material on the roller when the robot climbs on different inclination surfaces. Experiments designed a number of plexiglass surfaces with inclination angles 90°, 75°, 60°, 45°, 30°, 15°, and 0°. A two-dimensional force sensor with an accuracy of 3mN was used to build an adhesion test platform. The tangential and normal adhesion forces generated by the adhesive materials were measured and the change curves were drawn. The curves indicate that the robot's need for tangential adhesion during wall climbing is greater than the normal adhesion. At the same time, it shows that the adhesion takes up most of the time in each attachment-detachment cycle, which is conducive to the stable climbing of the wall by the robot, and verifies the good performance of the roller mechanism during the climbing on the wall. When the inclination of the climbing surface is reduced from 90° to 0°, the negative peaks of normal force and tangential force both show a decreasing characteristic. The previous theoretical analysis is verified that when a robot climbs a surface with a larger inclination, it needs a higher adhesion force from the adhesion material. Because the robot uses diagonal gait climbing, the four wheels are unevenly stressed when climbing, and the amount of force generated by the roller has a certain contingency. Under the influence of various instability factors, the adhesion force produced by the robot still keeps a good adhesion law and meets the needs of the robot to climb on various inclined surfaces. It shows that the adhesive material can still generate enough adhesive force under a variety of interferences, and has superior adhesive properties. Subsequent research can further improve the stability of robot operation.

Evaluating the effectiveness of Fast Orthogonal Search algorithm in Nonlinear System Identification

Maamo M. Shiko, Shapovalov N.A.
Research advisor — associate professor, Ph.D. Afonin A.A.
Moscow Aviation Institute, Moscow
mhd.maamo@gmail.com

Identification nonlinear systems is considered very important in many engineering applications. In recent years, Fast orthogonal search algorithm, introduced by Korenberg [1], has got a lot of attention thanks to its capabilities of finding the best approximation of a system model without any precedent information about the system. FOS doesn't only find the coefficients of system equations terms, but it can also find the terms itself, and that makes it a better choice especially in such cases. All of this together makes FOS a candidate of nonlinear system identification applications, including integrated satellite inertial navigation systems [2]. FOS is a general-purpose nonlinear system identification technique that finds functional expansions using an arbitrary set of non-orthogonal candidate functions. In principal, to find these non-orthogonal candidate functions, FOS must use Gram-Schmidt process to find the corresponding orthogonal candidate functions and their coefficients, and then it calculates back the non-orthogonal candidate functions. One great advantage of FOS is that it doesn't require explicit creation of the orthogonal functions. This greatly reduces computing time, and that is why it gets the term "Fast" in its name. All of this without any degradation of the results over the basic technique to explicitly create the orthogonal functions. The first step in

FOS algorithm is the generation of a candidates' pool, this pool is the place where all possible model terms (candidates) are found and FOS algorithm search among them for the most relevant and effective terms to pick and build the final model. The FOS algorithm requires a number of inputs from the user. The first set of inputs are for the generation of the candidates' pool, like the maximum delay allowed in the input signal, and in the output signal, and the maximum number of cross products allowed in a candidate the final model. Choosing the appropriate candidate depends on his contribution in mean square error (MSE) reduction. The search for other candidate terms is terminated when a preset limit on the number of model terms (those candidate terms that reduced MSE by the greatest amount) has been reached. Another possibility is to use a 95 % confidence interval criterion assuming a normal distribution. We have implemented FOS in Matlab and solved some various nonlinear system identification problems to evaluate its effectiveness. We have tried a various predefined values of the maximum delay allowed in the input signal and in the output signal to find the best combination of these values from the minimum MSE point of view, and we have tried different values of max number of cross products. We have tested FOS effectiveness in solving nonlinear differential equations providing that the input has normal and uniform distribution. We have also tested the case of noisy output by applying a white noise to the output with different variance values. Our tests show that FOS could be effectively used for SISO nonlinear system identification, but it works the best in normal distribution. Adding white noise affected the minimum MSE, and it becomes worse when the white noise variance is at the same order of output variance. Searching time was long because we have not imposed a predefined value of both the maximum delay allowed in the input signal and in the output signal. However, this time could be reduced remarkably if we had precedent information about those values. As a results, in all our tests, we could get a good approximation of various nonlinear system equations with added negligible terms, a terms with very small coefficients, and we could conclude that FOS is very effective in SISO nonlinear system identification. In this paper, we have presented the basics of Fast Orthogonal Search (FOS) algorithm and its advantages in solving single input – single output nonlinear system identifications problems. We have implemented FOS algorithm in Matlab environment to study its effectiveness, and our tests show that FOS is capable to solve such problems. We are currently exploring the capabilities of the FOS algorithm for solving multidimensional systems identification, considering that being fast makes FOS a promising method in solving real time nonlinear system identification problems, including for solving problems of estimation and error correction of navigation systems and their sensors.

This research was supported by the RFBR under Contract No. 19-08-00279a.

References:

1. KORENBERG, M.J.: "Fast orthogonal identification of nonlinear difference equation and functional expansion models". Proceedings of the 30th Midwest Symposium on Circuits and systems, 1987, pp. 270-276.

2. Michael J Korenberg, Aboelmagd Noureldin: "Nonlinear Error Modeling of Reduced GPS/INS Vehicular Tracking Systems Using Fast Orthogonal Search", VEHICULAR 2014: The Third International Conference on Advances in Vehicular Systems, Technologies and Applications.

Comfort improvement of light aircraft flight in turbulent atmosphere

Marikiewicz Przemyslaw
Research advisor — associate professor, Ph.D. Brusov V.S.
Moscow Aviation Institute, Moscow
przemyslaw.markiewicz5@gmail.com

The ongoing tendency to improve the comfort of flight is tightened on the one hand by the safety requirements imposed by the airworthiness standards (as "FAR 23") and on the other hand with the development of aviation equipment. The comfort of the flight is mainly provided by the aircraft ability to compensate the normal acceleration caused by wind gusts. Determining the maximum normal acceleration values acting on the aircraft is one of the most important task to determine the aircraft flight performance.

When designing an aircraft, it is necessary to determine the optimal aircraft flight performance in term of flight efficiency. Among the well-known methods of improving the aircraft flight performance are:

- Longitudinal static stability margin degradation,
- Parameters of aerodynamical configuration,
- Using aircraft automatic control systems in longitudinal axis.

Improving the aircraft flight performance by shifting to low longitudinal static stability margin degradation is not considered in the development of light aircraft for reasons of proper flight safety. In flight comfort studies, we will consider two approaches: optimizing parameters of aerodynamical configuration and automatic control system capabilities.

The task of optimizing parameters of aerodynamical configuration is solved by nonlinear programming method. As optimized parameters we take the centre of gravity and the dimensionless tail area ratio of the aircraft. The task of optimization is based on the condition of minimizing the drag coefficient at a fixed value of the lift coefficient. This task is subject to restrictions in the form of trim requirements in the operational range of the centre of gravity.

The possibilities of providing comfort of flight with an automatic control system will be considered in two variants of control systems in the longitudinal axis: exclusively the elevator and the combined system of the elevator and the direct lift control (DLC) as an auxiliary control surface. For the variant with the DLC, we will assume that the deviation of the DLC control surfaces is performed using a signal from the elevator control lever according to a given algorithm (control law).

Flight comfort studies for two variants of the automatic control system are conducted for unperturbed flight (reference motion) and flight in a state of strong atmospheric turbulence through the Dryden model (Dryden gusts) on a given flight mode. Assessment of the compensation quality of normal acceleration increase is carried out on the basis of the character of transition processes to deviate the control lever, DLC control surfaces and the gust of wind. Based on the results, we make conclusions about the feasibility of the application of the DLC control surfaces in the aircraft automatic control system.

The effect of instability of the phase-center antenna on the Synthetic-aperture radar during its rotational-progressive movement

Najjar Tammam
Research advisor – associate professor, Ph.D. Tataraksy B.G.
Moscow Aviation Institute, Moscow
tnajjar23551@gmail.com

The principle of Synthetic-aperture radar (SAR) is used to create a high-resolution two-dimensional or three-dimensional image. However, in some cases, it is necessary to create radar images toward the direction of the carrier movement. In this work, we put under analysis the synthesis of high-resolution radar images from the rotational-progressive motion of the Antenna phase center (APC). This synthesis can be done by using a helicopter as a carrier of the radar system.

In real conditions, when processing the trajectory signal of a radar system, we have to take into consideration the trajectory signal instabilities. These instabilities, lead to fluctuations in signal parameters, which affect the synthesis process of the artificial aperture antenna.

The study results show that:

1. The main factor in the fluctuations of the PCA is caused by amplitude oscillations in the plane of the carrier movement. High-frequency oscillations will result in a reduction of the maximum level of the main lobe of SAR processing system output signal, while low-frequency oscillations introduce a shift in the main lobe.

2. The fluctuations along the vertical plane leads to a distortion of the output response of the SAR processing system.

3. Changes in SAR processing system output depend on the frequency of PCA oscillations. The worst case occurs when the amplitude of the PCA oscillations is equal to $3/2\pi$ of the angular velocity of PCA rotation.

4. During the synthesis process – using the rotational-progressive movement of the PCA, the error in measuring the speed of the PCA carrier also affects the system output. It results in a shift of the response of target point in the azimuth plane.

In this work, we studied the effect of trajectory instabilities on the output of the radar processing system when using the aperture synthesis mode. Taking into consideration the special case of PCA movement while located at the end of a helicopter-type blade carrier.

Направление №12 Филиал «Восход» (г. Байконур)

Определение оптимальных параметров лабораторной вакуумной установки для исследования рабочих процессов, протекающих в СПД-25, СПД-60, СПД-70, СПД-100В

Абдыкалык Е.Е.
Научный руководитель — Сизов А.А.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан
erden77707@gmail.com

Как известно, различные электрические ракетные двигатели (ЭРД) уже многие годы успешно используются в условиях космоса и в будущем их применение безусловно расширятся. Стационарные плазменные двигатели (СПД) находят все более широкое применение в качестве двигательных установок для малых космических аппаратов (МКА). СПД сегодня успешно выполняют задачи по коррекции и поддержанию орбиты, а также справляются с задачами довыведения или совершения межорбитального перелета МКА. Для создания импульса реактивного движения в СПД используют преобразованное в ионизованную парогазовую фазу ускоренное электрической энергией рабочего тела, выбрасываемое в нейтрализованном виде в космическое пространство. СПД создает скромную тягу по сравнению с традиционными химическими ракетными двигателями, но обладают большим ресурсом работы в течение тысячи и десятков тысяч часов и расходуют меньшее количество компонентов топлива. Использование СПД позволяет увеличить дальность полёта, срок активной службы КА, а также увеличить массу полезной нагрузки.

При исследовании рабочих процессов, протекающих в СПД возникает ряд вопросов, которые не могут быть в полной мере решены без специальных установок. К числу этих вопросов относятся исследование особенностей функционирования ЭРД в условиях космического пространства. При наземной отработке ЭРД используются вакуумные камеры, которые позволяют выполнять наземные огневые и ресурсные испытания. Использование промышленных вакуумных установок для проведения таких испытаний требует больших затрат, связанных со значительным потреблением материальных, энергетических ресурсов и рабочего времени эксплуатирующего персонала. Ресурсные наземные испытания ЭРД являются очень длительными (более 1 ч) и дорогостоящими в виду использования вакуумных систем для создания и поддержания глубокого вакуума.

Следовательно, необходимо создать лабораторную вакуумную установку для испытания СПД со следующими характеристиками $P \leq 83$ мН, $I_{уд} \leq 1600$ м/с, которая позволить значительно снизить расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, а также время на подготовку и проведения испытания.

Список литературы:

1. Стационарные плазменные двигатели: Учебное пособие/ Белан Н.В., Ким В.П., Оранский А.И., Тихонов В.Б.-Харьков: Харьковский авиационный институт, 1989. — 320 с.

2. Розанов Л.Н. Вакуумная техника: Учеб. для вузов по спец. «Вакуумная техника: Учеб для вузов по спец «Вакуумная техника.» — 2-е издание., перераб. и доп. – М.: Высш. Шк., 1990. — 320 с.

Основные направления развития двигателей малой тяги для космических аппаратов сверхлегкого класса

Жолтаева Ж.Е.
Научный руководитель — к.т.н. Колодяжная И.Н.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан
bshobdiroov@gmail.com

Сегодня одним из активно развивающихся направлений в мировой космической отрасли являются разработка и применение космических аппаратов сверхлегкого класса: наноспутников, пикоспутников и другие. Такая тенденция создания космических аппаратов сверхлегкого класса привлекательна, в первую очередь, сокращением временных и финансовых затрат, снижением риска в случае неудачного запуска, доступностью технологий, а также возможностью использования ракет-носителей сверхлегкого класса для выведения космических аппаратов на орбиту.

Космические аппараты сверхлегкого класса также, как и космические аппараты тяжёлых классов, нацелены на выполнение следующих задач на орбите: дистанционное зондирование Земли, обнаружение и мониторинг техногенных катастроф, обеспечение различных средств связи, поиск полезных ископаемых, исследование планет Солнечной системы, решение задач метеорологии и ряд других в интересах науки, экономики и обороноспособности страны.

Учитывая возможности такого типа аппаратов, удобно с их помощью решать и новые задачи в космосе, такие как мониторинг технического состояния долгоживущих космических объектов, например, космических станций; продление на орбите «жизни» важным дорогостоящим объектам, выполняя функции буксиров; решение проблем «космического мусора» (подготовка к уничтожению в плотных слоях атмосферы, затопление в специальных зонах океана фрагментов или аппаратов в целом) и другие.

В качестве двигательных установок в настоящее время рассматриваются двигательные установки на сжатом газе, двигательные установки с использованием термокаталитических ракетных двигателей малой тяги на гидразине (нитрате гидроксиламмонии), двухкомпонентные двигательные установки, электроракетные двигательные установки (на ксеноне).

Для космических аппаратов сверхлегкого класса целесообразным будет

применение перспективных разработок двигательных установок и ракетных двигателей малой тяги на базе электролиза воды и электроракетных двигательных установок с дуговым разрядом, а также с разработанными стационарными плазменными двигателями.

Предлагается использование таких двигательных установок на космических аппаратах серии «Кубсат для проведения исследований Солнца и планет Солнечной системы.

Совершенствование системы деловой оценки персонала организации

Жулмурзина Э.К., Сеилова А.К.
Научный руководитель — Альмухаметова Э.Р.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан
ezulmurzina@gmail.com

Оценка персонала — это одна из важнейших функций управления персоналом современного предприятия, которая позволяет связать воедино элементы управления трудовыми ресурсами, а именно планирование потребности в работниках, отбор, адаптацию, стимулирование труда, развитие способностей, создание карьеры.

Вследствие этого, актуальным является вопрос оценки персонала.

Актуальность исследования связана с тем, что при переходе к инновационной экономике совершенствование системы деловой оценки персонала становится важным для предприятия. Ведь деловая оценка персонала отражает соответствие профессиональных и личностных

качеств сотрудника требованиям должности, которую он занимает или на которую он претендует.

В свою очередь результаты деловой оценки служат информационным источником для принятия решений в области управления трудовыми ресурсами.

Исследованию системы деловой оценки персонала посвящены работы О.Е. Вихановой, В.К. Гунина, В.В. Глущенко, А.Н. Мишиной и др.

Целью исследования является анализ существующей деловой оценки персонала в организации и разработка мероприятий по её совершенствованию.

Деловая оценка персонала представляет собой систему, с помощью которой представляется возможность измерить результаты работы и определить уровень профессиональных компетенций трудовых ресурсов. Важной проблемой любой применяемой оценки персонала является её субъективность. Для получения объективной оценки необходимо применять специально разработанную технологию оценки трудовых ресурсов. Разработанная технология деловой оценки персонала должна включать в себя следующие критерии: объективность; надежность; достоверность; комплексность.

Руководитель любого подразделения предприятия может использовать различные критерии оценки, применяя 3-х балльную, 4-х балльную и 5-ти балльную шкалу оценки. При проведении оценки трудовых ресурсов, важно определить какая шкала оценки будет наиболее предпочтительна для данной конкретной организации.

Таким образом, совершенствование системы деловой оценки персонала позволит улучшить результаты предприятия и стимулировать работников, которые эффективно осуществляют свою деятельность.

Обоснование оптимальных параметров теплозащитных материалов систем подачи криогенных компонентов ракетного топлива стартового комплекса

Караванцева Ю.А.
Научный руководитель — Шанкибаева Ж.Т.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан
yulchik_98@mail.ru

Использование криогенных компонентов в качестве топлива для реактивных двигателей космических ракет связано с получением высокого удельного импульса. Для уменьшения потерь криогенного продукта на оборудовании криогенных заправочных систем применяются различные виды теплоизоляции.

Целью исследования является обоснование оптимальных параметров теплозащитных материалов, применяемых в системах подачи криогенных компонентов топлива стартового комплекса.

На стартовых комплексах подача криогенных продуктов по магистралям в баки ракет осуществляется с помощью насосов или путем их вытеснения из резервуаров газом наддува.

Для теплозащиты трубопроводов подачи криогенных компонентов в настоящее время на стартовых комплексах применяют экранно-вакуумную изоляцию. Данный способ достаточно эффективен, однако требует на определенных участках трубопроводов установку вакуумных постов, которые обеспечивают заданный уровень вакуумирования полостей труб. Оборудование энергоемкое, его необходимо обслуживать, проводить освидетельствование.

Для оптимизации средств теплозащиты систем подачи компонентов возможно применение двух достаточно эффективных способов без применения процессов вакуумирования и использования дорогостоящего оборудования. В качестве таких способов предложено применение многослойной криогенной изоляции и теплоизоляции на основе аэрогеля – криогель.

При применении многослойной криогенной изоляции, в отличие от экранно-вакуумной, не требуется создание вакуума в изоляционной полости. Выбор теплоизоляционного материала в данном случае определяется его гидрофобными свойствами.

Криогель — это холст из стекловолокна, насыщенный частицами аэрогеля диоксида кремния, покрытый алюминиевой фольгой. Данный материал обладает низкой теплопроводностью, имеет максимально доступный предел рабочих температур (от –260℃ до +90℃) в сочетании с гидрофобностью и негорючестью, вследствие чего этот материал может служить криогенной изоляцией для любого вида криогенного оборудования, включая трубопроводы подачи компонентов топлива.

Сверхзвуковой двигатель Николая Дмитриевича Кузнецова НК-144

Кузнецов А.А.
Научный руководитель — Стрелкова Н.Г.
ГБОУ СШ №3 им. С.П. Королёва, Байконур, Казахстан
EVOLUTION.02@mail.ru

Введение

Нет ничего прекраснее в жизни, чем быть свидетелем нового открытия, стать участником встреч с легендарными людьми, посвятившими себя и свою жизнь развитию отечественной авиации и космической отрасли. В силу своего юного семнадцатилетнего возраста, мне не удалось повстречаться, как и большой части моих сверстников, с легендарными личностями космодрома Байконур, такими как Сергей Павлович Королев (выдающийся конструктор и ученый, работавший в области ракетной и ракетно-космической техники), Валентин Петрович Глушко (советский инженер и учёный в области ракетно-космической техники), Михаил Кузьмич Янгель (видный советский конструктор ракетных космических комплексов), Николай Дмитриевич Кузнецов (советский генеральный конструктор авиационных и ракетных двигателей). Но я многое слышал о них, об их грандиозных открытиях, приведших нашу страну в эпоху холодной войны на передовой уровень в напряжённом соперничестве в области освоения космоса в период с 1957 по 1975 годы. Однако в настоящее время мне стали интересны труды великого талантливого конструктора инженера, разработчика уникальных, самых мощных в мире турбовинтовых двигателей, отца «двигателей XXI века», а также уникального руководителя Куйбышевского моторного завода и Куйбышевского научно-производственным объединения «Труд», ныне ОАО «Самарский научно-технический комплекс (СНТК) им. Кузнецова». Интерес к этому человеку у меня проявил документальный фильм 2011 года «Тайны забытых побед» Фаида Симфорова, где шла речь о том, как правительство Франции и Великобритании подписывали договор о совместной разработке сверхзвукового пассажирского самолёта. Хрущев был задет за живое: «Мы тоже должны сделать свой сверхзвуковой лайнер. И быстро!» Разработкой занимались туполевцы, проектирование двигателя поручили Николаю Дмитриевичу Кузнецову. Вскоре самолёт подняли в воздух четыре двигателя суммарной мощностью 52 тысячи лошадиных сил. Мне захотелось более детально изучить этот двигатель, его строения и особенности.

Пролог

Успехи в создании в 50-е годы сверхзвуковых боевых самолётов таких как, истребитель «North American F-100 Super Sabre», бомбардировщик «Convair B-58 Hustler», разведчик «Lockheed A-12» создало благоприятную обстановку для создания сверхзвукового пассажирского самолёта. 26 октября 1962 года правительство Франции и Великобритании подписывают договор о совместной разработке сверхзвукового пассажирского самолёта «Concorde».

СССР также берется за разработку. Советские специалисты знали о национальных британско-французских проектах сверхзвуковых пассажирских самолётов. Их макеты неоднократно выставлялись на международных авиационных салонах. В СССР велись собственные исследования облика такого самолёта. После полёта Гагарина мы были уверенны, что можем все. Планером самолёта занималось КБ Туполева. Воздушное судно получило название ТУ-144 в честь Туполева Андрея Николаевича.

Самолёт представляет собой цельнометаллический моноплан бесхвостой схемы с низкорасположенным крылом малого удлинения, убираемым передним крылышком и

однокилевым вертикальным оперением. В конструкции планера широко используются монолитные панели с продольными и поперечными ребрами, химически травленные листы, т.н. "плавающие" крепления для уменьшения температурных напряжений. Основными конструкционными материалами являются: теплостойкий алюминиевый сплав АК4-1 и высокопрочный сплав ВАД-23. Для элементов планера, нагревающихся в полёте до температуры свыше 150° С, применяется сплав ОТ4-1.

Анализ методов устранения космического мусора

Купцов А.С.
Научный руководитель — Алимбаева М.Б.
ГБ ПОУ «БЭРТТ», Байконур, Казахстан
eunhae91@mail.ru

Космос. Каждый из нас хоть раз смотрел в небо и представлял, что там. Есть ли жизнь и на сколько большая вселенная? Мы смотрим и гадаем, что там вдалеке и не замечаем, как загрязняем свой мир, свою планету, свой дом. Мы стремимся покорить необъятное. Строим мощнейшие ракеты, станции и, конечно же, постоянно модернизируя их. Только с нашего Космодрома в год производится более 15 пусков. По всему миру за 2010-2020 годы произошло более 830 пусков и сотни запусков ещё планируются.

Космический мусор, экология — самая распространённая тема на данный момент. Сейчас только на низкой околоземной орбите находится более одного миллиона мелкого и крупного космического мусора. И более 200 тыс. на высотах до 36 000 км. Такое огромное количество мусора затрудняет выведение космических аппаратов на орбиты. Но даже если все математически рассчитать, то космос — это непредсказуемая среда для человечества, которая толком не исследована. Так и происходят столкновения космических аппаратов с мусором. Даже самая маленькая песчинка может привести к серьезным повреждениям. Например, 10 февраля 2009 года произошло столкновение двух спутников, которые были не дееспособны (американского и российского), 29 марта 2006 года произошла авария спутника АМ-11 — разгерметизация жидкостного контура системы терморегулирования, и ещё множество примеров, когда космический мусор вызывал аварийные или опасные ситуации.

Наша главная задача — это уничтожение космического мусора. До сих пор не было предложено ни одной идеи, которая безопасно и без синдрома Кесслера уничтожала бы космический мусор. Проводилось множество испытаний по уничтожению мусора. Запуски противоспутниковых ракет только увеличивали количество космического мусора. Цель работы — проанализировать все методы устранения космического мусора, привести примеры, почему некоторые из них не подходят для использования; обсудить последствия дальнейшего игнорирования этой проблемы, предложить свой метод и сделать вывод.

Web-система для создания виртуальных туров

Курчин И.Ю.
Научный руководитель — Серикбаева Ж.К.
ГБПОУ «БЭРТТ», Байконур, Казахстан
zh.serikbaeva@bk.ru

3D-панорамы — это объемные изображения, которые максимально приближены к реальности. Просматривая 3D-панораму пользователь получает гораздо больший объем визуальной информации, чем на обычной фотографии.

Современный уровень развития Web-технологий позволяет расширить возможности панорам, позволяя размещать их в сети Интернет.

Виртуальный тур – это набор 3D-панорам, перемещение между которыми происходит с помощью специальных областей. После щелчка мыши на такой области возникает эффект перемещения на другую панораму. Всё это создает уникальные возможности по созданию

виртуальных туров по известным музеям, галереям и местам с полным погружением в виртуальную реальность.

Одной из форм интерактивного обучения и повышения мотивации обучающихся к учебной деятельности являются использование в процессе обучения виртуальных туров. Виртуальные туры позволяют разнообразить и сделать более интересным и более эффективным образовательный процесс.

Виртуальные туры и 3D-панорамы разрабатываются при помощи Flash-технологий. Поэтому их можно просматривать на любых персональных компьютерах.

Процесс создания виртуального тура сводится к следующим действиям:

1. Программное соединение отдельных изображений в 3D-панораме.

2. Создание из набора 3D-панорам виртуального тура и включение в него эффектов интерактивности.

В настоящее время не существует единой технологии, которая позволила бы неопытному пользователю создавать виртуальные туры без продолжительного и дорогостоящего этапа изучения этой области.

Сегодня рынок программных продуктов содержит ряд средств, позволяющих создавать виртуальный тур, но они обладают рядом недостатков, таких как неудобный интерфейс, высокая цена, отсутствие необходимых эффектов. В результате появилась необходимость в разработке системы, которая объединяла бы в себе достоинства и по максимуму была бы избавлена от недостатков существующих систем.

Список литературы:

1. «Виртуальная экскурсия как инновационная форма обучения (Электронный научный журнал «Наука и перспективы» №2, 2017)

2. 3D ПАНОРАМА – 360°. Виртуальные туры, сферические панорамы, фотопанорамы: http://www.3dpanorama.ru/

Система поддержки принятия решения при установки РН «Союз» в стартовую систему на основе нечеткой логики

Морокин С.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шестопалова О.Л.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан
kamilfo013654@mail.ru

Ракета-носитель среднего класса «Союз-2» предназначена для выведения на орбиту Земли пилотируемых и автоматических грузовых космических аппаратов различного назначения. Установка РН «Союз» в стартовую систему – сложный технологический процесс, требующий высококвалифицированного персонала комплекс агрегатов, в работу которых включены механические, гидравлические и электрические компоненты. Техническое руководство осуществляет аттестованный специалист, от которого требуется анализ возникших нештатных ситуаций и принятие решения для их устранения. Согласно статистике, нештатные ситуации возникают чаще всего в первый стартовый день.

Для помощи в принятии решения для устранения возникших нештатных ситуаций в первый стартовый день разрабатывается система поддержки принятия решения, предлагающая варианты устранения возникших нештатных ситуаций на основе обработки данных методами нечеткой логики. Нечеткая логика представляет собой математический аппарат, производящий вычисления, руководствуясь заданной ему логикой. Такая логика позволяет кроме значений «истина» и «ложь» использовать более широкий диапазон ответов, предлагаемых системой. В данной системе целесообразно использовать такую логику, потому что заранее неизвестны все варианты событий, а возможность возникновения каждого события имеет вероятностный характер.

Внедрение данной системы позволит уменьшить время, которое требуется для устранения возникшей нештатной ситуации, предоставит возможность проводить операции согласно технологического графика, а возможно даже с опережением.

Перспективное жилье для человечества на планете Марс

Нагмадинов М.С.
Научный руководитель — Абильдаева К.Ж.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан
nagmadinov@gmail.com

Марс — четвертая по удалённости от Солнца планета, которая является достойным кандидатом для колонизации, вследствие чего перед человечеством встают проблемы, связанные с жильем, которое обеспечит комфорт при пребывании на этой планете, а также надежную защиту от ионизирующего излучения.

Тема колонизации «красной планеты» является актуальной, поскольку проблемы глобального потепления и демографического кризиса требуют незамедлительного решения, одно из которых — освоение новой планеты.

Целью данной научной работы является исследование "красной планеты" для её дальнейшего использования во благо человечества и создание перспективного проекта жилья для долгосрочного пребывания на этой планете.

При проектировании было отдано предпочтение форме додекаэдра и усеченного икосаэдра. Жилище при виде сверху напоминает форму пчелиных сот. Оно, в случае необходимости, может дополняться ещё несколькими ячейками. Строительство осуществляется с помощью экскаватора со специальной насадкой, с помощью которого устанавливаются специальные панели в виде пяти- и шестиугольников, сделанных из реголита и базальта, добываемых из марсианских поверхностных пород, а также из полиэтилена, комбинируемого из углекислого газа и водорода. С помощью этих трех компонентов можно защитить космонавтов от вредного ионизирующего излучения.

В качестве полезного груза могут использоваться перерабатывающий завод, имеющий относительно небольшие размеры, экскаватор с различными насадками, также дополнительные оборудования: пресс-формы, современная электроника, лазерный резак, пресс с подогревом и установку на киловольт.

Колонизация Марса даст мощный толчок в развитии космической сферы, а также откроет пути для дальнейшего исследования других планет.

Телескопы для исследования космического пространства

Орынбасар Б.Г.
Научный руководитель — Абильдаева К.Ж.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан
birzhan.orynbasar.2000@mail.ru

Целью научной работы является пояснение телескопов, их классов и видов, а также дальнейшее его развитие для изучения космического пространства. Люди годами изучают область астрономии и всё благодаря телескопам. Первый телескоп был изобретен в 1609 году итальянским физиком-астрономом Галилео Галилеем. С помощью этого телескопа-рефрактора он совершил ряд астрономических открытий. Например, спутники Юпитера: Ио, Ганимед (самый большой спутник в Солнечной системе), Каллисто, Европа, кольца Сатурна (при слабости телескопа, это казалось составляющей частью самой планеты; а то, что кольцо отделено от планеты, увидел Гюйгенс) и множество космических открытий.

Телескоп – оптический прибор, предназначенный для наблюдения и исследования небесных тел, включая космические объекты. Телескопы бывают разными:

- Космические телескопы
- Радиотелескопы
- Оптические телескопы

Космические телескопы – это телескопы, которые находятся за пределами орбиты нашей планеты. Они находятся в космосе, потому что атмосфера Земли не пропускает основные

излучения из космоса. Поэтому, чтобы изучить космические объекты полностью, вместе с излучениями, астрономам легче использовать космические телескопы.

Сейчас, когда неплохо развилась технология, люди активно исследуют вселенную. Открывают много небесных тел, считают расстояние до Земли, исследуют массу, радиус и многое другое. В наше время, человечество придумало телескопы, которые выглядят по-разному. Например, в 2016 году в Китае построили самый большой в мире 500-метровый телескоп FAST (Five hundred meter Aperture Spherical Telescope), который может вести наблюдение за объектами на расстоянии до 11 млрд световых лет. Всеми известный космический телескоп «Хаббл», построенный НАСА совместно с Европейским космическим объектом, который совершил для человечества множество космических открытий. Можно перечислить ещё много современных супермощных телескопов, но с развитием технологий в будущем, эти телескопы будут предназначены на уровне любителя.

Несколько веков назад, люди даже мечтать не могли, что телескопами будут интересоваться. Предлагается построить обсерватории, где расположены супермощные телескопы. Вызвать интересы у людей в этой сфере, открыть специальные школы, институты для желающих, кто твердо уверен, что хочет заниматься исследованием космических тел и построением телескопов. Возможно, в ближайшем будущем человечество сможет полностью изучить всю небесную сферу благодаря телескопам.

Связь с общественностью и реклама в аэрокосмической отрасли

Отаров Е.Г.
Научный руководитель — Сатенова С.Б.
ГБПОУ «БЭРТТ», Байконур, Казахстан
otarov.ernar@gmail.ru

Целью данного доклада является рассмотрение одной из главных задач технологического развития отечественной промышленности и её ведущих отраслей для занятия лидирующих позиций в мировом рынке. Одна из них является аэрокосмическая отрасль, которая нуждается в переводе на инновационный путь и более активном использовании в аэрокосмической отрасли высоких технологий. А инновационный путь представляет собой обновление выпускаемой продукции, повышение её качества в целях удовлетворения потребностей потребителей и максимизации прибыли организации.

Созданная несколько десятилетий назад космонавтика до сих пор имеет высокий уровень конкурентоспособности на мировом рынке. На данный момент, помимо других проектов, всех объединяет одна цель — это создание спутниковых группировок, нацеленные на улучшение качества связи и интернета и доступность их в любой точке мира. Существует три проекта, связанные со спутниковыми группировками это «Starlink» от компании Space X, «OneWeb» от британской компании и «Сфера» от российского государства и подконтрольных ему компаний. К сожалению, российские создатели аэрокосмической техники отстают от западных коллег в сфере создания спутников средств связи, чем обуславливается отечественных систем в таком важном для государства сегменте рынка.

Показателем эффективности космической деятельности может считаться Futron`s Space Competitiveness Index (SCI)- индекс космической конкурентоспособности, который является глобально-ориентированной аналитической основой, определяющей и измеряющей ряды национальной конкурентоспособности в сфере разработки и создания КС. Чем выше данный показатель и выпускаемые российскими предприятиями оборудования, которые станут конкурентным и на внешних рынках, тем гораздо активнее надо развивать такие направления, как космическая связь, телекоммуникации, дистанционное исследование природных ресурсов, навигация в военной и гражданской сферах, туризм в аэрокосмической отрасли, реклама аэрокосмической отрасли в обществе и другие.

Создание на космодромах специализированных, обзорных, современных площадок, оборудованных телескопами, для наблюдения запусков и полёта ракет, планетарии, обсерватории – будет способствовать развитию интереса к аэрокосмической отрасли, улучшит финансовое состояние аэрокосмической отрасли, путем привлечения туристов с разных стран мира.

Список литературы:
1. Комаровский В.С. Государственная служба и средства массовой информации. Раздел III. PR деятельность по организации диалога властных структур с обществом и СМИ. Тема 8. История, концепции, функции PR. С. 70.
2. Под редакцией академика РАН Б.Е. Чертока Космонавтика XXI века. Попытка развития до 2101 года. Москва. Издательство РТСофт. 2010.
3. А.И. Киселев, А.А. Медведев, В.А. Меньшиков. Космонавтика на рубеже тысячелетий. Итоги и перспективы. С. 38-47. С. 504-514.
4. Главный редактор: А. И. Генадьевич. Международный научный журнал №20(124) / 2016. Молодой ученый. С. 214.
5. Автомобильная экспедиция. Легенды Казахстана.
URL:https://kazgeo.kz/expeditions/avtomobilnaya_ekspeditsiya_legendi_kazahstana/reportage_10/den_17_baykonur_korkit_ata_turkestan
6. Интервью Дмитрия Рогозина. Городская еженедельная газета Байконур.

Сингапур — космос моего сознания

Раисов Р.Р.
Научный руководитель — Зимакова Л.Д.
ГБОУ СШ №4 им. В.П. Глушко, Байконур, Казахстан
Rashid-raisov@yandex.ru

В своем проекте я буду рассказывать о Сингапуре — городе будущем, и хочу представить этот город таким, каким вижу его я.

Актуальность моего проекта — это его технологии, которые сделали Сингапур фантастическим городом. Я выбрал за основу моего проекта эту страну, так как этот город – государство которое можно смело без каких-либо сомнений назвать городом будущего.

Я буду рассказывать о Ли Куан Ю — это отец Сингапура, который из болотистого острова, без каких-либо природных ресурсов создал экономический-процветающую, современную страну и в прямом и переносном смысле занес его на карту всего мира.

Мир не стоит на месте. Каждый день миллионы умов изобретают, предлагают и внедряют в жизнь технические новинки, которые кардинально изменят жизнь людей в ближайшем будущем. Одна из главных целей города будущего состоит в том, чтобы создать для человека наиболее благоприятные и облегченные условия существования. Она затрагивает все направления и стороны жизни человека, с её решением связано множество самых разнообразных вопросов в области хозяйственных, социальных, медицинских и географических. В городе будущего будет очень чистый, высокоскоростной транспорт, позволяющий отказаться от не экологических, грязных средств передвижения. Возможность быстро перемещаться в нужное время в нужное место, а также значительно сэкономить время и здоровье людей. Фасады всех домов будут озеленены, многоэтажные дома покрыты кустами и деревьями на всю высоту. В будущем я хочу стать инженером в области науки и техники, чтобы помогать и воплощать свои мечты о городе будущего в реальность. Ведь город будущего это не фантастика. Очень скоро человечеству удастся создать город, в котором каждый человек сможет почувствовать себя счастливым!

Печатающие устройства, их эволюция, направления развития в космической отрасли

Сгибнева Е.А.
Научный руководитель — Казакова А.В.
ГБОУ СШ №4 им. В.П. Глушко, Байконур, Казахстан
sgibneva04@mail.ru

Тип проекта — информационный. Целью является сбор и анализ информации о печатающих устройствах. Продуктом проекта является презентация Microsoft Power Point.

В данной работе были рассмотрены различные печатающие устройства, их основные составляющие, принципы работы, история создания, направления и перспективы развития.

В результате исследования и проведения сравнительного анализа, были сделаны выводы о том, какие печатающие устройства являются наиболее удобными в использовании, экономичными, менее шумными, имеющими более качественную печать. Также были рассмотрены перспективные направления в использовании 4D принтеров в различных областях человеческой деятельности, в частности в космической отрасли.

В исследовательском проекте рассматривается перспективное применение 4D-печати. Смысл заключается в том, что при обычной 3D-печати используются материалы с памятью формы. То есть с помощью 3D-печати можно изготовить изделие, и это изделие может изменить свою форму через какое-то время под воздействием, например, температуры. Таким образом печатаются оригами-структуры, которые вначале после 3D-печати выглядят как лист, но в определенный момент времени начинают складываться в конструкцию.

Таким образом печатались саморазворачивающиеся или самособирающиеся контейнеры. Пока это громоздкие макрообъекты. Но смысл в том, что можно печатать маленькие капсулы, которые в нужный момент времени могут разворачиваться и выпускать лекарственное вещество, если такие капсулы были помещены в организм человека. Потенциально этот подход хотели использовать для лечения некоторых онкологических заболеваний, чтобы помещать такие капсулы в кровоток либо непосредственно к опухоли и в нужный момент времени заставлять изменять свою геометрию.

Во время выполнения проектной работы был проведен сбор и анализ информации о печатающих устройствах. В ходе работы я научилась отбирать информацию из различных источников, анализировать её и оформлять, используя современные компьютерные технологии.

Считаю, что тема является интересной, ведь с каждым днем появляются новые сведения о направлениях развития печатающих устройств в различных областях науки и техники.

Современные материалы для космических скафандров

Сгибнева К.А., Рожанский Н.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Колодяжная И.Н.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан
sgibneva.ksenya@mail.ru

Исследование космических пространств связанно напрямую с выходом в открытый космос. Решение данной задачи возможно с применением космических скафандров.

Целью исследования является повысить долговечность, минимизировать массу и стоимость космических скафандров для выхода в открытый космос за счет применения новых материалов в герметичных слоях скафандра.

Современный космический скафандр — это автономный космический аппарат, способный обеспечивать жизнедеятельность космонавта вплоть до 10 часов в сутки в открытом космосе.

Скафандр должен защитить космонавта от низкого давления, ионизирующей радиации, мощного солнечного излучения, микрометеоритов, снабдить космонавта кислородом. В такой

герметичной системе остро встает проблема охлаждения, поэтому скафандр должен эффективно решать и ее.

В скафандростроении применяется обширный ассортимент различных тканей. Требования, предъявляемые к тканям, зависят от назначения ткани.

В данной работе произведено сравнение материалов и их марок, используемых в скафандрах. Предложено заменить резиновый слой более прочным из перспективного полиуретана.

В сравнении с резиной полиуретан прочнее резины, эластичней резины. Полиуретан может быть изготовлен различной твердости, условная износостойкость полиуретана выше, плотность полиуретана меньше.

Таким образом, после проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что масса скафандра с полиуретановыми оболочками легче чем с резиновыми приблизительно в 1,3–1,5 раза, срок службы увеличивается до 5 лет. Совокупный экономический эффект применения полиуретана вместо резины оказывается высоким из-за большей долговечности. Для облегчения и улучшения адаптации скафандра к формам тела человека, продления срока службы предлагается провести замену резинового слоя на слой из полиуретана для различных видов космических скафандров.

Анализ композитов для использования в конструкциях ракетных блоков

Сергеев Е.Н., Дубров Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гугина С.Ю.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан
qweqwesf78@gmail.com

В настоящее время композиты, представляющие собой материалы, состоящие из двух и более компонентов и границы раздела фаз между ними, находят все более широкое применение в различных отраслях, где преобладают экстремальные условия эксплуатации. Первоначально данные материалы применялись во вторичной структуре ракеты-носителя, в частности, в обтекателях, частях элементов фюзеляжа, теплозащитных покрытиях.

Основной составляющей конструкции ракетного блока являются топливные баки, удельный вес которых составляет около 90 % веса ракеты-носителя (с учетом дозы заправки). Применение композиционных материалов, позволяющих снизить вес конструкции летательного аппарата, улучшить эксплуатационные характеристики, снизить стоимость изготовления изделий, – на сегодняшний день как никогда актуальная задача, для решения которой было предложено использовать углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ). Данная группа соединений превосходит свои аналоги, в частности, немодифицированный углепластик, а также сплавы.

Углерод-углеродные композитные материалы – это материалы на основе углеродной матрицы и углеродных волокон. В качестве матрицы используют пироуглерод, коксовые остатки термореактивных смол или нефтяного пека, в качестве волокон-наполнителей – высокопрочные углеродные волокна: нити (непрерывные и рубленые), жгуты, ткани, пространственные конструкции из волокна. Этот класс конструкционных материалов, который предназначен для создания теплонагруженных деталей, в частности, деталей сопловых блоков ракет. Исследования показывают, что масса топливного бака, сделанного на основе рассматриваемого композиционного материала, будет меньше, чем у бака на основе алюминиево-магниевого сплава. Предел прочности УУКМ составляет 1500-1700 МПа, в то время как предел прочности сплава марки АМг6 не превышает 400 МПа. Таким образом, применение УУКМ позволяет решить поставленные задачи.

Составление карты компетенций сотрудников, как инструмент повышения эффективности предприятия аэрокосмической отрасли

Сороченкова А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Требушников А.В.
Филиал АО «ЦЭНКИ» — КЦ «Южный», Байконур, Казахстан
vocal2015@bk.ru

Инновационное общество диктует специалистам аэрокосмического комплекса работу, связанную с многозадачностью. Зачастую в современном мире многие трудовые ресурсы не могут одновременно точно и достаточно грамотно выполнять возлагаемую на них работу. Это происходит в связи с отсутствием некоторых профессиональных компетенций, которые должны быть подспорьем при выдвижении работника в кадровый резерв предприятия, при дальнейшей его переквалификации, при планировании его карьеры на долгосрочную перспективу. Ведь правильно подобранный персонал это одна из важнейших функций управления трудовыми ресурсами современного предприятия.

Вследствие этого, актуальной проблемой на сегодняшний период является составление карты компетенций сотрудников для определенной отрасли экономики, а именно аэрокосмической.

Карта компетенций – это главный безупречный (идеальный) портрет работника. Направленность сотрудника на интересы предприятия, работа в команде, умение быстро решать проблемы хозяйствующего субъекта в условиях многозадачности, это не все, но основные компетенции работника, которые должны учитываться при составлении так называемой карты компетенций.

С целью того, чтобы оценить качество работы трудовых ресурсов используется шкала компетенций, которая должна быть персональной для определенного предприятия, в зависимости от специфики его деятельности.

Целью исследования является – разработка карты компетенций для сотрудников аэрокосмической отрасли. Разработанная карта компетенций будет включать ключевые компетенции, которые являются приоритетными для предприятия аэрокосмического комплекса.

Созданная карта компетенций трудовых ресурсов аэрокосмической отрасли повысит конкурентоспособность и продуктивность деятельности хозяйствующего субъекта.

В итоге карта компетенций послужит главным инструментарием управления персоналом и основой для развития и совершенствования дальнейших компетенций работника. На основе карты компетенций трудовых ресурсов работники отдела кадров смогут составлять план развития деловой карьеры работника, на основе которого сотрудник будет совершенствовать свои профессиональные компетенции и продвигаться вверх по служебной лестнице.

Список литературы:

1. Монгуш О.Н. Оценка персонала. Роль оценки в кадровой политике фирмы // Современные научные исследования: Актуальные вопросы, достижения и инновации. — 2018. — №3. — С. 28-31.

2. Мосина Д.А. Актуальность применения информационных систем в оценке оптимальности затрат на персонал // Human Progress. – 2017. — №1. – С. 555-58.

3. Османова З.О. Модель компетенций в оценке и управлении персоналом предприятия // Бюллетень науки и практики. – 2017. — №1(14).– С. 170-175.

4. Трегулова Н.Г. Оценка эффективности труда управленческого персонала: многокритериальный метод оценки // Вопросы экономики и управления. — 2018. — №3 (14). – С. 15-18.

Использование на перспективной РКН «Союз-5» разгонных блоков с высокими энергетическими показателями

Шаукенова К.С.
Научный руководитель — Абильдаева К.Ж.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан
kamilamakc@mail.ru

Разгонный блок — это техническое устройство, которое предусмотрено для выведения КА, для вывода выводимых полезных нагрузок с опорной орбиты на целевую рабочую орбиту или направления КА на отлетные (межпланетные) траектории.

Помимо использования общих критериев оценки эффективности разгонных блоков необходимо руководствоваться также следующими принципами: разгонный блок должен быть автономным, т.е. обеспечивать весь процесс выведения без вмешательства с Земли; логика работы РБ должна предусматривать выход из возможных нештатных ситуаций.

Для увеличения энергетических характеристик необходимо рассмотреть варианты изменения схемы компоновки РКН, либо заменить двигатели с компонентами топлива с высокими показателями импульса и тяги.

Основное требование, предъявляемое к топливу ЖРД, состоит в том, что весовая единица топлива должна обладать, возможно, большим запасом энергии. Большой запас энергии в топливе позволяет получить более высокую удельную тягу ЖРД. Повышение удельной тяги является наиболее существенной мерой, позволяющей увеличивать дальность полёта ракет при данном совершенстве конструктивного выполнения ее. Характеристикой, более полно отражающую энергетическую эффективность топлива является удельный импульс топлива.

С увеличением удельного импульса уменьшается потребная масса топлива, масса и объем носителя.

Топливо как источник энергии можно характеризовать его теплотворной способностью, т.е. количеством химической энергии одного килограмма топлива, которая «переносится» в форме тепла на один килограмм продуктов его горения.

Значительно повысив теплотворную способность топлива, можно получить большую удельную тягу. Для этого можно использовать жидкий водород. Если сжечь водород с кислородом, то тепловой эффект составит 9500 кДж/кг.

В качестве аналога РБ для РКН «Союз-5» предлагается рассмотреть разгонный блок «Ястреб».

Разгонный блок «Ястреб» разработан с применением новых технических решений по конструкции, двигательной установке, бортовому оборудованию, агрегатам и системам, при которых увеличение массово-энергетической эффективности происходит не только за счёт большой удельной тяги двигателя, но и за счёт комплексной оптимизации параметров бортовых систем, конструкции и агрегатов блока.

Направление №13 Филиал «Взлёт» (г. Ахтубинск)

Использование нейронных сетей для символьных вычислений

Андреев А.И., Коновской А.С.
Филиал «Взлёт» МАИ, Ахтубинск
andrey.andreev.mai@gmail.com

Нейронные сети хороши в решении статистических задач, в распознавании и генерации речи и изображений. Недавние исследования в этой области, показали, что они так же способны выполнять символьные операции (интегрирование, дифференцирование и прочее). Причем как оказалось, результаты таких вычислений являются более точными по сравнению с алгоритмами в коммерческих программах, основанных на математических вычислениях.

Идея «автоматизировать» символьные вычисления зародилась давно и её суть заключается в следующем. Предположим у нас есть некоторое выражение, основанное на простых арифметических операциях, таких как вычитание, сложение, умножение и деление. Если это выражение будет состоять из цифр, то посчитать его не составит никакого труда, необходимо будет только соблюдать некоторою последовательность действий (алгоритмов вычисления). При наличии символов, мы можем пользоваться этими алгоритмами применяя их к каждому символу и анализировать, делается или нет выражение длиннее исходного. Если оно будет «расти», то такой результат не будет нас удовлетворять. То есть от такой работы мы хотим «конвейерного» упрощения выражения или при наличии знака «=» осуществлялось такое преобразование, при котором некоторая переменная будет стоять с одной стороны, а цифры с другой. Наилучшим таким «конвейером», являются компьютеры, они могут гораздо быстрее человека перебирать все возможные варианты, но единственная проблема такого полного перебора в том, что его компьютеру необходимо делать полностью, а это занимает большой промежуток времени (подобная проблема была при создании искусственного интеллекта для игры в шахматы), решение такой проблемы можно найти в «отсечении» некоторых вариантов исходов, ещё в самом начале как неперспективных.

Такое возможно при переводе линейного выражения в тестовую форму записи, тогда оно становится похоже на предложение в некотором, естественном, языке, которое можно перевести на другой (такой перевод можно представить, как некоторую операцию, например, «дифференцирование по X»). Нейронная сеть в данном случае будет использоваться не для «угадывания» номера слова, а для оценки того, насколько хорошо слово с таким-то номером подходит к ситуации. Тогда мы можем повторять поиск слов во втором языке, пока не получим предложение с наилучшей оценкой.

Несмотря на то, что нейронная сеть также, как и алгоритмы перебирает все возможные варианты, у нас в отличии от алгоритмов есть возможность ограничить количество подходящих гипотез на каждый шаг итерации.

Главное отличие этого способа от искусственного, играющего в шахматы, заключается в том, что выбор наилучшего варианта зависит не только от текущих оценок вариантов, но и от текущего состояния системы, но и от перевода предыдущих слов. Это становится похожим на аналог «понимания текста», то есть важна не только данная ситуация, а также переводы предыдущих слов.

Список литературы:

1. Guillaume Lample, Guillaume Lample DEEP LEARNING FOR SYMBOLIC MATHEMATICS

2. Символьные вычисления при помощи нейронных сетей //URL: https://22century.ru/popular-science-publications/deep-learning-for-symbolic-mathematics

Моделирование свойств магнитной жидкости

Архипов А.А.
Научный руководитель — Крухмалева Л.Л.
СОШ №4, Ахтубинск
arhipov1204@mail.ru

Магнитная жидкость — это жидкость, обладающая магнитными свойствами, хотя сама не является магнитом. Эта жидкость была синтезирована одновременно в США и России, в настоящее время её изучают и в других странах: Германии, Китае, Великобритании и Франции. Но, однако, первоначально магнитная жидкость была получена Соломоном Стивеном Пайпелломом американским учёным, в следствии дробления элементов магнетита в шаровых мельницах. Он запатентовал своё открытие в 1963 году. В Советском Союзе прародителем магнитной жидкости был Дмитрий Васильевич Орлов. В 1965 году согласно проявленной им инициативы в Ивановском энергетическом институте начались работы по созданию герметизирующих устройств на основе магнитных жидкостей. В дальнейшем магнитную жидкость стали использовать в космосе.

Эта же жидкость была представлена американскими астронавтами после высадки на Луну, в качестве вакуумного герметизатора в шлемах гермокостюмов. Она сохраняет свой объём и не сохраняет своей формы. Но эта жидкость обладает текучестью и не является магнитом.

Магнитную жидкость применяют в технической промышленности. Инженеры считают, что автомобиль может обходиться без коробки передач, если на вал двигателя установить маховик и очень быстро, неоднократное количество раз мотор подключать к колесам.

Основной уникальностью магнитной жидкости является то, что в ней сочетается очень большой процент текучести и намагниченности. Магнитная жидкость обладает сильной намагниченностью, потому что в обычную жидкость помещают очень большое количество сферических частиц (их размер, где-то около 10 нанометров). Они представляют собой маленькие магнитики. Благодаря тому, что каждая частица в этой жидкости покрыта защитным слоем, они не прилипают друг к другу, а тепловое движение способствует разбрасыванию частиц по всему объёму этой жидкости. Каждый магнитик в этой жидкости хаотично движется и вращается под действием теплового движения.

Некоторые характеристики магнитной жидкости в магнитном поле могут изменяться, например, вязкость. Вязкость — это одно из свойств, твёрдых и текучих тел оказывающее сопротивление перемещению одной частицы относительно другой. Так магнитная жидкость в обычном состоянии растекается по поверхности (её вязкость в 10 раз меньше, чем у масла, и во столько же раз больше, чем у молока), в тоже время вязкость магнитной жидкости в магнитном поле резко возрастает — тем самым образуются «ёжики», иглы которых располагаются вдоль линии магнитной индукции. Вязкость измеряют специальным прибором, который называется «вискозиметр».

Различают два вида вязкости: кинематическая и динамическая.

Стационарные плазменные двигатели: принцип работы, современное и потенциальное использование в практике

Волков В.С.
Филиал «Взлёт» МАИ, Ахтубинск
wolfvitaliy2000@gmail.com

Одно из наиглавнейших направлений в современной науке и инженерии – космические путешествия. Потенциал исследования пространства за пределами Земли определяет вектор развития техники на годы вперед. Отправка космических аппаратов требует, как особого анализа и расчета конструкции, так и расчета способного привести в движение двигателя. В ходе данной работы были рассмотрены один из типов электрических двигателей,

стационарный плазменный двигатель (СПД), разрабатываемый опытным конструкторским бюро «Факел», используемый в современной практике полётов спутников, область применения данного типа двигателя, а также предположен потенциал использования в будущем.

Прежде всего, рассмотрен принцип работы СПД и создания тяги, путь совершенствования СПД, существующие модели и их применение на современных спутниках. Также, выдвинута гипотеза о возможном использовании данного типа двигателя для исследовательских спутников с целью детальной фотосъемки и анализа поверхности планет и спутников за пределами Земли непосредственно с орбиты требующего исследования объекта

Список литературы:

1. Потапенко М.Ю. Разработка и исследование стационарного плазменного двигателя с полым магнитным анодом малой мощности // Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 74

2. Ким В. П. Стационарные плазменные двигатели в России: проблемы и перспективы // Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 60

3. Петренко А. Н., Бучарский В. Л. Моделирование движения ионов в канале стационарного плазменного двигателя // Космічна наука і технологія. 2017. Т. 23. № 5

Исследование влияния стресса на психофизиологическое состояние человека

Липчанский К.С.
Филиал «Взлёт» МАИ, Ахтубинск
nomolosov21@gmail.com

Исследование посвящено оценке психофизиологического состояния различных по возрасту людей с помощью анкет составленных по разным методикам. Проведение качественной оценки методик для выявления подходящей для дальнейшего использования в целях анкетирования групп лиц, находящихся в подобных стрессовых ситуациях продолжительное время.

Для проведения анкетирования были выбраны 3 группы студентов одного факультета, возрастом 18-19,20-21, 22-23 года соответственно. Анкетирование проводилось по двум методикам: методика оценки психической активации, интереса, эмоционального тонуса, напряжения и комфортности, методика общего эмоционального состояния, депрессий, неврозов, стресса.

Каждая из групп помещалась в состояние продолжительного стресса. Вид и длительность воздействия соответствовало проведению пары лекций общей продолжительностью 3 часа.

Анкетирование проводилось до начала занятий и сразу после. Начало занятий выбиралось исходя из соображений максимальной готовности испытуемых противостоять влиянию стресса.

Так же изучению подверглось и влияние возраста (степени подготовленности) на стрессоустойчивость.

По результатам анкетирования составлялись сводные таблицы показателей психофизиологического состояния группы до начала занятий и после. В таблицах приводятся не только количественные оценки показателей, но и их качественная оценка, так же приводится оценка динамики изменения показателей.

Сравнение анкет проводилось путем сравнения наглядности динамики изменения состояния группы, а также точности определения психофизиологического состояния.

Проведение данного исследование обосновано необходимостью получения методической базы и практического опыта проведения анкетирования среди групп лиц. По конечным результатам исследования поставленные цели были достигнуты, и сделаны выводы о возможности проведения подобного исследования, но с применением полученного опыта, для изучения психофизиологического состояния экипажа самолёта после выполнения боевого задания или иных полётов.

Методы выращивания монокристаллов

Масицев В.П.
Филиал «Взлёт» МАИ, Ахтубинск
masiczev.vladislav@yandex.ru

Обычно, именно монокристаллы кремния используются в оптических системах самолётов, так как кремний является полупроводником, то есть, вследствие обработки, он может либо проводить электричество, либо быть изоляционным материалом. Из выращенных монокристаллов изготавливаются фотоматрицы, в которых используется внутренний фотоэффект. Существует множество способов выращивания монокристаллов кремния, например, один из известнейших способов выращивания из расплава — это способ вытягивания. Монокристалл вытягивается из расплава с помощью стержня, на котором находится зародышевый кристалл и который, наряду с возвратно-поступательным движением, ещё вращается вокруг своей оси. Не менее известным является способ Степанова, который в настоящее время стал основным направлением в решении проблемы получения профилированных монокристаллов. Он основан на идее капиллярного формообразования. Другой путь получения монокристаллов — кристаллизация из газовой фазы в результате транспортных реакций. Сущность этих реакций заключается в том, что твёрдое вещество, в данном случае полупроводниковое соединение, взаимодействуя по обратимой реакции с каким-либо газообразным веществом, образует только газообразные продукты. В методе Киропулоса на поверхность перегретого расплава опускают затравочный кристалл, укрепленный в охлажденном изнутри водой стержне-кристаллоносце, а после оплавления наружного, поврежденного слоя затравки начинают осторожно понижать температуру расплава. Метод Богдасарова основан на расплавлении вещества путем перемещения контейнера сквозь зону нагрева и закристаллизовывании. Более того, в вершину лодочки устанавливают затравку для получения строго ориентированного монокристалла. Также существует метод Вернейля, который заключается в том, что вещество в виде порошка сыплется из бункера через газовую горелку и попадает на верхний оплавленный торец монокристаллической затравки, медленно опускающейся с помощью специального механизма.

Анализ влияния наличия топлива в крыльевых баках летательного аппарата на характеристики флаттера

Николаева Е.В.
Научный руководитель — Пенчученко В.В.
Филиал «Взлёт» МАИ, Ахтубинск
ekaterinanikolaeva2742@gmail.com

В своей работе "Анализ влияния наличия топлива в крыльевых баках летательного аппарата на характеристики флаттера" хотела бы провести исследование, основанное на изучении и анализе множества полётов, их сравнение, построение зависимостей. Этот вопрос ещё мало изучен, поэтому и представляет большой интерес. Изначально хотелось бы понятно для слушателей и участников конференции донести суть такого непростого явления в аэродинамике как "флаттер", его историю обнаружения и изучения (кратко), а также причину появления, так же во второй части этой работы будет освещено более подробно влияние на него разная степень заполненности топливных баков ЛА.

Начнём с того, что же все-таки из себя представляет флаттер — это аэроупругое явление, с которым авиация столкнулась в 30-х годах, по мере роста скоростей полёта. Флаттер является одним из незатухающих колебаний, возникающих на различных частях ЛА. Он возникает при определённой скорости, которая называется "критическая скорость флаттера" и должна быть на 25...30% больше максимальной скорости полёта.

Флаттер характеризуется быстрым и внезапным для лётчика возрастанием амплитуды возникающих колебаний, а иногда и разрушением конструкции летательного аппарата. Наибольшую опасность представляет флаттер крыла и оперения ЛА. Основные его виды: 1. Изгибно-крутильный флаттер 2. Изгибно-элеронный флаттер. Придумали множество способов борьбы с ним, но самые популярные это: 1. Увеличение жесткости крыла на кручение и изгиб. 2. Изменение положения центра масс крыла. 3. Уменьшение масс и моментов инерции крыла. 4. Уменьшение веса элеронов и рулей. 5. Установка протитвофлаттерных грузов или вооружения на законцовках крыла.

Исследование диаграмм направленности различных антенн на кроссполяризации

Тихомиров Н.В.
Научный руководитель — к.т.н. Нестеров С.В.
Филиал «Взлёт» МАИ, Ахтубинск
nikita.tihomirov1999@icloud.com

Как известно, диаграммы направленности антенн очень различны. При линейной поляризации вид диаграмм направленности большинства антенн представляет собой широкий или узкий главный лепесток и несколько боковых лепестков.

А какова диаграмма направленности антенн на кроссполяризации?

Выяснением этого и занялся я в данном исследовании.

Задачи:

1) Исследовать диаграммы направленности различных антенн при линейной поляризации.

2) Исследовать диаграммы направленности различных антенн на кроссполяризации.

3) Сравнить полученные диаграммы направленности антенн на кроссполяризации с диаграммами направленности антенн при линейной поляризации.

Выводы:

1) Диаграмма направленности параболической антенны практически совпадает при линейной поляризации и кроссполяризации: обнаружено значительное уменьшение уровня сигнала, принимаемого антенной на кроссполяризации.

2) Диаграммы направленности некоторых рупорных антенн практически совпадают при линейной поляризации и кроссполяризации: обнаружено значительное уменьшение уровня сигнала, принимаемого антенной на кроссполяризации.

3) Некоторые рупорные антенны на кроссполяризации принимают лишь фоновое излучение: уровень сигнала, принимаемый антенной на кроссполяризации, несравненно мал с уровнем сигнала, принимаемым антенной при линейной поляризации.

4) Диаграммы направленности щелевых антенн совершенно не совпадают при линейной поляризации и кроссполяризации: имеет место повышение напряжённости поля в направлении, отличающимся от направления главного излучения антенны.

Использование методов моделирования, для исследования факторов, влияющих на вероятность преодоления зоны противника группой самолётов

Тютькин Е.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Николаев С.В.
Филиал «Взлёт» МАИ, Ахтубинск
egorgop_05@mail.ru

В работе представлена методика расчета вероятности преодоления зоны ПВО противника группой самолётов [1]. В основу методики положена модель исследуемого процесса, реализованная в пакете прикладных программ для решения задач технических вычислений MATLAB Simulink.

Главная цель работы заключается в том, чтобы создать корректную модель и разработать алгоритмы для исследования факторов, влияющих на вероятность преодоления зоны или зон ПВО противника, группой самолётов.

Этап преодоления ПВО является одним из этапов выполнения авиационным комплексом всей целевой задачи [2]. Таким образом, корректно составленные модели позволяют оценить вероятность преодоления ПВО противника одним ЛА или их группой, для последующей оценки вероятности выполнения всей целевой задачи. Использование методов моделирования позволило получить новые данные об объекте исследования, оценить влияние на искомую вероятность различных факторов в широком диапазоне их изменения.

До начала исследования, проведен анализ и сбор потребных для разработки модели исходных данных, в том числе об основных характеристиках существующих ПВО [3-6] и о тактических приёмах, применяемые в авиации в настоящее время [7].

Использованы следующие исходные данные:

- Дальность поражения цели (км);
- Вероятность поражения цели;
- Максимальная высота поражения цели (км);
- Количество каналов наведения;
- Время подготовки к первому и последующим запускам ракет (с);
- Длина боевого порядка (км);
- Количество самолётов в боевом порядке (ед.);
- Ширина боевого порядка (км);
- Высота полёта боевого порядка (км).

Основываясь на методике расчета вероятности преодоления авиационным комплексом ПВО на этапе испытаний [1] и собранных данных, в среде MATLAB Simulink были разработаны следующие модели:

- Вычисление времени пребывания в зоне обстрела ЗРК.
- Расчет интенсивности пусков в зависимости от количества каналов наведения.
- Модель для расчёта вероятности преодоления ПВО противника каждым самолётом и группой.

В процессе моделирования, путём изменения исходных параметров проведено исследование их влияния на искомую вероятность преодоления средств ПВО противника группой самолётов. По полученным результатам построены графики зависимостей вероятности от основных факторов: длины боевого порядка, высоты и скорости полёта, количества самолётов в боевом порядке.

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы: наиболее существенно на вероятность преодоления ПВО противника группой самолётов влияют:

- Скорость и высота полёта;
- Количество самолётов в боевом порядке;
- Длина боевого порядка.

Кроме того, определены дальнейшее направление исследований: учет в модели массы средств повышения боевой живучести, постановки помех, маневренности и заметности ЛА.

Список литературы:

1. Николаев С.В. // Методика расчета вероятности преодоления авиационным комплексом ПВО на этапе испытаний, Журнал «Авиакосмическое приборостроение» 2019. – №5. С. 26-33.

2. Кузнецов А.Д., Макаренко В.Н Харченко В.К., Николаев С.В. // Боевые авиационные комплексы и их эффективность, Учебник — ВУНЦ ВВС "ВВА", 2018 г. – 297.

3. Сергей Линник «Развитие и роль ЗРК в системе ПВО. Часть 2-я» // topwar.ru: [сайт]. [2015] URL: https://topwar.ru/73928-razvitie-i-rol-zrk-v-sisteme-pvo-chast-2-ya.html (дата обращения 18.02.2020)

4. Андрей Шикалёв. «Переносной зенитный ракетный комплекс Grom ("Гром")»// rbase.new-factoria.ru: [сайт]. [2019] URL:http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/grom/grom (да-та обращения 19.02.2020).

5. Сергей Линник, Александр Дедов. «Переносной зенитный ракетный комплекс «Стингер» // https://topwar.ru: [сайт]. [2013] URL: https://topwar.ru/30247-perenosnoy-zenitnyy-raketnyy-kompleks-stinger.htmlya.ru (дата обращения 19.02.2020).

6. Василин Н.Я., Гуринович А.Л. "Зенитные ракетные комплексы". — Мн.: ООО "Попурри", 2002. — 464 с.

7. Дударёнок Е. П., Камейко И. В. // Тактика войсковой противовоздушной обороны подразделений, вооруженных ПЗРК «Игла», Учебное пособие — Минск: БГУ, 2010. – 192 с.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

A

Aggarwal Kanika 1666
Amresh Kumar 1672
Aresta Miguel 1666
Ashaba E.M. 1667
Azmi Hafidz 1668
D

Dwivedi Tanishq 1669
G

Garduño R.A. 1678
Gerorge Yuvaraj 1670
Ghimirey Bishal 1671
H

Habibullah B.M. 1672
Harraka J.E. 596
Houyu Lu 1672
J

Jagthap G.M. 1674
Jariwala K.Z. 1674
Jiayu Wang 1675
Jie Xu 1685
K

Khan Anmol 1676
L

Liang Yuxiang 1677
M

Mark Jabbal 1666
Moon Kyoohwan 1678
Morzhukhina Alena 1685, 1686
N

Najjar Tammam 1689
Nishant Gaurav 1666
O

Olascoaga Carlos 1678
Osman M.N. 1679
P

Panchal M.K. 1680
Perera L.I. 1681
Pradhan N.K. 1682
T

Takla Mina 1683
Tongzhen Ren 1686
U

Undavalli V.K. 1684
V

Vikram K.S. 1666
W

Wang Xiaolong 1685
X

Xiaokang Ma 1685
Xiaolong Wang 1686
Xu Jie 1686
A

Абашин М.И. 1008
Абгарян В.К. 223
Абдуллин Д.М. 275
Абдуллин И.Н. 1672
Абдуллин М.Р. 203
Абдурашидов Т.О. 812
Абдыкалык Е.Е. 1691
Абильдаева К.Ж. 1697, 1703
Абозин Н.Н. 616
Абраимов Н.В. 1112
Абрамов Ф.А. 868
Абрамова М.А. 276
Абрамова О.В. 1489, 1515, 1522, 1531, 1542, 1548, 1566, 1594
Авдеев И.М. 380
Авдонина И.С. 1188
Авдюшкин А.Н. 908
Аверин А.В. 381, 431, 438, 509
Аверина К.А. 868, 906
Аверкин Т.Э. 1248
Аверьянов Е.В. 767
Агаев Р.Н. 50, 89, 94, 171
Агапов И.Г. 1091
Агарков М.А. 1621
Агафонова Д.В. 926
Агачева Я.Г. 617
Агеев М.Н. 1248, 1508
Агеева Л.С. 1249
Агеева Н.Г. 1209, 1238
Агейкин А.С. 1077
Аглиуллина А.А. 1027
Агульник А.Б. 158
Адаменко Н.А. 1077
Адушева К.И. 1189
Акилин В.И. 656, 667, 676, 677, 679, 684, 1018
Акименко В.Р. 43
Акимов А.А. 1283, 1337
Акимова П.У. 1622
Акмаева Я.Н. 872
Акунец М.В. 140
Алавердян Ю.А. 1623
Алдобаева О.С. 141
Алдошкина Е.П. 1388
Алекперова Е.М. 1251
Александров А.С. 655, 688
Александров Д.В. 927
Александрова С.С. 339
Алексеев И.А. 107
Алексеев И.П. 1040
Алексеева Е.П. 1190
Алексеева О.В. 43
Алексеева П.А. 1252
Алендарь А.Д. 142, 151, 996
Алехина О.А. 1619
Алешин Д.В. 741
Алешинский Е.В. 1624
Алимбаева М.Б. 1695
Алимпиева Е.С. 1190
Алпатов И.В. 144
Алтунин В.А. 166, 203
Алчин Р.М. 1041
Алыков А.Н. 597
Аль Дарабсе А.М. 145
Аль-Дарабсе Е.В. 145
Альмухаметова Э.Р. 1692
Алябьева Е.А. 1426
Аметов П.С. 277, 514

Амирова Л.М. 1041, 1051, 1060
Амосов А.Г. 799, 810
Амосов М.В. 741
Ананьев Г.И. 655
Ананьева А.А. 1484
Ананьевский А.А. 382
Анастасов Д.К. 1485
Андреев А.А. 1529
Андреев А.В. 278
Андреев А.И. 1704
Андреева М.А. 1253
Андрианова К.А. 1047, 1082, 1087, 1139
Андриев А.А. 191
Андронов Е.В. 45
Андропов В.П. 1191
Андросенко В.Н. 1138
Андрюхин Н.Д. 382
Андрян В.А. 546
Аникеев Г.Л. 383
Аникеева И.Г. 1503, 1538
Анисимов В.Г. 52
Анисимова А.С. 869
Анисимова В.С. 1097
Анкудимов В.В. 191, 192
Анненкова А.И. 1616
Антепа А.В. 384
Антипов А.А. 909
Антипов Д.В. 1386
Антипов И.А. 909
Антипова А.М. 742
Антипушина Е.С. 1486, 1524, 1525
Антоненко И.Д. 66
Антониу Д.А. 708, 713
Антонов Д.А. 262
Антонов Д.В. 635
Анурова О.М. 1491, 1586
Анфёрова М.С. 329
Анциферов А.А. 384, 426
Анюточкина А.С. 235
Апарин М.П. 696
Аразвелиев Б.Т. 45, 92
Арбузов И.В. 87
Арефьев Н.О. 203
Аржуханова М.А. 1119
Арифулин А.Ю. 385
Аронов Д.И. 46
Арсенова Е.В. 1664
Арсентьева М.В. 212, 213
Арсеньева Н.В. 1223, 1224
Артамонов Б.Л. 65, 77
Артамонов Д.В. 1624
Артамонова Ю.В. 1357
Артеменко И.Д. 1452
Артемов Н.В. 385, 861
Артемов Н.С. 279
Артющик В.Д. 1389
Арувелли С.В. 47
Арутюнян А.Р. 1176
Архипов А.А. 1705
Архипов А.С. 849
Асланов А.Р. 146
Астапов А.Н. 1164
Астафьева С.Н. 767
Афанасенков А.В. 386
Афанасьев А.Г. 354
Афанасьев А.Ю. 553, 559, 570
Афанасьева А.В. 1487
Афанасьева Ж.О. 279
Афлятунова Г.Р. 768
Афонин А.А. 258, 269, 1687
Афонин К.Н. 929
Афонина О.А. 783
Ахмадиев А.И. 832, 847
Ахмедов Н.А. 930
Ахмедов Р.И. 1139
Ахметзянова Л.Х. 1098
Ахрамович С.А. 250, 1668
Ачба А.Р. 387
Ачба М.Т. 388

Б

Бабаевский П.Г. 1073, 1092
Баберцян С.А. 1028
Бабин С.В. 973, 1149
Бабулин А.А. 13
Бабченко А.Ю. 1622
Бабченков В.Ю. 389
Багизов Е.О. 656
Багров А.В. 228
Бадаева Н.Н. 1479
Базадзе Н.Г. 1220
Базанов А.С. 1627
Байков А.Е. 907
Байкова Е.И. 1139
Баимова Ю.А. 1177
Бакаев Н.Т. 742
Бакаленко А.Д. 547
Балакирев Н.Е. 294, 496, 498, 520, 523
Балановская Н.А. 1190
Балховитин М.Р. 17
Балык В.М. 710, 749
Балыклейский Ф.В. 617
Балычев А.Ю. 724
Балькаев Д.А. 1060
Балясный К.В. 48
Бандзеладзе О.С. 1042
Бандурина О.В. 389
Банников А.В. 227
Барабанов А.В. 49
Барабанова Т.В. 1390
Бараковский Ф.А. 931
Баранов А.М. 371, 603, 608, 639
Баранов В.Ю. 348
Баранов М.С. 769
Баранов П.Н. 1024
Баранов Ю.П. 252
Баранова А.Н. 228
Барановски С.В. 49, 54
Баранцев С.М. 98, 106, 111
Барбанакова А.А. 1358
Бардин Б.С. 908, 909, 910, 914, 916, 917
Бариев Р.И. 592
Барменков Е.Ю. 1357, 1366, 1381
Барсова Т.Н. 1386
Басков Ф.А. 938, 971
Басова А.Н. 380
Батаев В.В. 548
Батиков А.А. 770
Баторова Ю.А. 1042, 1067
Батраченко А.В. 1625
Бахаева Д.А. 391
Башкатов В.П. 280
Бевзо А.А. 1489
Беглов П.И. 1479
Бедняков В.С. 392
Беззаметнов О.Н. 1082
Безобразова Е.А. 1626, 1659
Безруков В.И. 1557
Безуглов В.С. 39, 45
Бекасов Д.Е. 512
Бекеров И.Д. 103
Бекетова В.А. 814
Беклемишев Н.Н. 1160
Беклемищев Ф.С. 815, 816, 841
Бекренева М.П. 1489

Беленькая О.В. 1043, 1088
Беликов С.А. 1469
Белобжеский Л.А. 323, 345
Белова А.С. 128
Белова С.Б. 1443
Белозерова И.Н. 783, 792, 794
Белозерский М.С. 821
Белоногов В.Д. 266
Белоус В.В. 657
Белоус Н.А. 1484
Белоусов А.В. 1391
Белоусов Н.А. 392
Белоусова Л.Ю. 18
Белявский А.Е. 793, 795
Беляев А.В. 1120
Беляев И.Г. 1099
Беляева Д.В. 1359
Беляева Н.В. 205
Беляцкий М.С. 50
Беневоленская Д.О. 1606
Бердигулова А. 1491
Береговой В.Г. 735, 741, 742, 743, 745, 749, 752, 753, 759, 760, 762, 764, 806
Береза А.И. 1254
Березко М.Э. 5
Березовский А.Д. 1492
Берецкий И.С. 510, 846, 870
Бернацкая М.Т. 1493
Беспалов А.В. 1036
Беспятых А.С. 147
Бессуднов А.В. 393, 412
Бесшапошникова А.П. 349, 661
Бех П.Д. 18
Бидеева М.А. 743
Бикинеева А.П. 21
Бирдибекова А.В. 1044, 1062, 1093
Биркун К.А. 1581
Бирлов И.А. 51
Бирюков А.В. 932
Бирюков Р.Р. 933
Бирюкова Е.А. 1494
Битюков Ю.И. 902
Биюсов А.Р. 205
Биюсов И.Р. 282
Благинин Д.В. 591
Блатиков Г.А. 705, 735, 742, 746, 748, 755, 791
Блинова А.Г. 1051
Блинова Д.В. 336
Блохин К.Г. 317, 1443
Бляхарский С.С. 219
Бляхарский Я.С. 219
Бобков В.В. 598
Бобоев Ф.Н. 1045
Бобров М.Н. 1495
Боброва О.М. 1469, 1472, 1477
Богомолова А.Д. 709
Богослов М.К. 395, 437
Бодунова А.А. 1496
Бойко А.А. 303
Бойков А.А. 1140
Бойцов А.Г. 153, 961, 1007
Бокова И.А. 1392
Болдаев М.Г. 395, 457
Болдырев А.В. 43
Болилая Е.О. 1497
Болотин Е.В. 283
Большева А.В. 396
Бондаренко С.А. 1498
Бондаренко Ю.А. 697
Борзов В.И. 1360
Борзов Н.С. 284
Борисов А.М. 674, 681, 1127
Борисов А.Н. 52
Борисов В.Ф. 605, 606, 607, 901
Борисов Д.Е. 176
Борисов И.Е. 72
Борисова Е.А. 1499, 1553
Борисова Е.В. 1358, 1376, 1377, 1383
Борисова Е.Р. 228
Боровец А.А. 934
Боровик И.Н. 215
Боровиков Д.А. 144, 148, 168, 181, 183
Бородай И.Ю. 816
Бородин И.Д. 710
Бородинов А.А. 814
Борозный А.А. 397
Бортаковский А.С. 850, 865
Бортников А.Д. 934
Бортникова С.В. 19, 359
Ботолов Н.И. 870
Бочкарев М.А. 936
Боярский Г.Г. 770, 784
Брант В.А. 1255
Брезгина А.С. 149
Брехов О.М. 279, 308
Бритвин Н.В. 285
Бриткина Д.Д. 1360
Бродский А.В. 330, 463
Брусникин П.М. 817
Брусов В.С. 26, 1688
Брусс Е.А. 1256
Брыкин В.А. 1011
Брюханова А.К. 286
Бубнов В.В. 1607, 1609
Бугаец Д.А. 744
Будаева В.В. 149
Буданова С.Ю. 871
Буденный А.С. 797
Будков А.С. 818
Будочкина С.А. 913, 923
Бузикаева А.В. 819
Букирёв А.С. 287
Буклиуа Н. 202
Булакин Л.А. 1257
Буланов В.С. 1470
Буланцева Л.В. 1392
Булгаков М.С. 398
Булычев Д.Н. 288
Булычев Р.П. 229, 237
Бульба Е.П. 1361
Бунеев М.С. 112
Бунтов М.Ю. 6
Бураков Д.Б. 588
Буренина Е.Н. 399
Бурлаков М.А. 771, 968
Бурмистрова К.В. 850
Бурчак С.Р. 1258
Бусурин В.И. 229, 234, 237, 248, 249
Бусыгин А.Э. 129
Бут А.Б. 105, 546, 736, 740, 804, 808
Бутко А.О. 388, 426, 430, 448, 462, 468, 482, 494, 540, 543
Бухтин Р.Н. 112
Быкова М.А. 1260
Бычкова А.А. 745

В

Вавилова Е.В. 288
Ваганов И.В. 53
Вагин А.И. 400
Важенин Н.А. 614
Вай Я.А. 698

Вай Я.О. 54
Валиуллин В.В. 219
Валынга С.О. 150
Ванесян О.Г. 1626
Ванжула А.В. 1392
Ваниян Н.Л. 1192
Ванцов С.В. 354, 370, 560, 931
Варакина О.Д. 1261
Варгас С.А. 1192
Вартанов М.В. 939
Варфоломеев М.С. 1027
Василенко Е.А. 400
Васильев А.М. 659, 683, 688
Васильев В.А. 1369
Васильев И.С. 121, 937, 983
Васильев М.А. 1574, 1635
Васильев Н.Г. 113
Васильев Ф.В. 351, 353, 354, 367
Васильева А.В. 1180
Васильева А.С. 1193
Васильева Т.В. 959
Васильков Н.А. 820
Васильчикова В.В. 1100
Васин С.С. 55, 69
Васин Ю.А. 767
Вафин Р.Р. 1500
Вдовиченко В.В. 1607
Вельмакин Г.С. 1141
Венедиктова М.А. 1057
Веремеенко К.К. 232, 253
Веретенников С.В. 160, 198
Верещиков Д.В. 17, 22, 35
Верховская Е.А. 772
Верхоланцева З.М. 1263
Викулин А.В. 966, 973
Викулин М.А. 290, 298, 386, 404, 422, 436, 443, 507, 527
Виндокуров Д.В. 1142
Винникова М.Д. 1427
Виноградов В.А. 938
Виноградов В.В. 369, 598
Виноградов В.И. 899
Виноградов И.Е. 711
Виноградов М.С. 1429
Виноградов Р.Е. 1101, 1111, 1128
Виноградова А.А. 401
Виссарионова Е.К. 699
Вицукаев А.В. 268, 642, 976
Власов А.В. 1011
Власов А.С. 939
Власов Э.А. 1010
Власова О.С. 1264
Власова С.В. 1498, 1499, 1505, 1511, 1549, 1551, 1552, 1553, 1558, 1563, 1568, 1573, 1575, 1588, 1591, 1599
Внучков Ю.А. 1236
Воеводин П.Н. 1430
Войнов С.М. 1265
Войтович О.Д. 1470
Войциховский В.С. 1627
Волегов П.С. 1145, 1147
Волков А.А. 43, 126, 140, 165, 182
Волков А.И. 230
Волков А.М. 618
Волков В.А. 402
Волков В.С. 1705
Волков Д.И. 946
Волков Д.Р. 712
Волков Е.В. 910
Волков П.В. 206
Волкова Г.А. 629
Волкова Е.Б. 1529
Воловичева Н.П. 403
Волошенко К.В. 739
Волхонский А.Е. 101, 115
Волчунович А. 403
Вольский С.И. 580
Волянский А.П. 1628
Воробьев Н. 1629
Ворожейкина А.А. 1630
Ворожцова А.С. 1501
Вороненкова К.В. 404
Воронин О.А. 1502
Воронин С.В. 1134
Воронка Т.В. 20, 34
Воронов А.А. 1102
Воронов В.А. 940
Воронцов В.А. 737
Воронцов Т.П. 825
Воронцова В.В. 745
Воропаева А.Ю. 1266
Ворошилин А.П. 1011, 1015
Ворсунова А.С. 1503
Ворфоломеев Е.В. 1194
Ворфоломеева И.Д. 1195
Вострикова С.М. 773
Вулпе М.Н. 114, 941
Вышков Ю.Д. 284, 409
Вяткина А.Д. 404
Вяткина М.А. 1046
Вятков В.В. 122, 162

Г

Габдрахманов И.Д. 619
Габдуллина И.Р. 1103
Габидуллин Р.Р. 942
Гаврилин К.Б. 244
Гаврилов Д.И. 1431
Гаврилов И.А. 56
Гаврилов К.Ю. 628, 647
Гаврилов Н.С. 1257
Гаджибеков Т.А. 1143
Гаджиев Р.М. 1046
Гайдай Д.А. 1432
Гайдай М.А. 231
Гайнутдинов В.Г. 99
Гайфутдинов А.М. 1047, 1139
Галецкая И.М. 1580
Галимов Э.Р. 1087, 1095
Галиновский А.Л. 994, 1028, 1036
Галкин М.А. 1433
Галкина Е.Е. 787
Гальцова М.С. 232
Гамбург П.А. 57
Гамбургер Ю.В. 549
Ганжела П.А. 348
Ганжин А.В. 94
Ганская Е.С. 562
Гараев Р.Р. 1104
Гардуньо Р.А. 788
Гарнов С.С. 1267
Гасанова К.А. 1631
Гатин И.И. 943
Гафиятуллина С.И. 1048
Гафуров У.С. 1144
Гвоздев В.Е. 320
Гвоздев Н.Д. 58, 73, 105
Геворгян С.А. 416
Генералов А.В. 1394
Генералов А.Г. 644
Герасимов А.Н. 746
Герасимов Р.М. 1145
Гераскина Ю.Н. 1197
Геращенков А.А. 405
Герман М.А. 1105, 1110
Германович Е.С. 207

Геров М.В. 952
Герцева Е.А. 289
Гета О.А. 1146, 1624
Гимранова Э.М. 550
Гинзбург И.Б. 274, 313, 316, 407, 434, 489, 531
Гинятуллин И.А. 203
Гладкая К.В. 1268
Гладышев А.П. 821
Гладышев А.Р. 350
Глухотко И.И. 129
Гневушев А.А. 911
Гойкочеа Моралес 1578
Голенко Д.С. 619
Голиков Н.С. 203
Голованов К.С. 620
Голубев В.А. 250
Голубинский Н.В. 406
Гольцов В.Ю. 395
Гольцова Т.Ю. 872
Гончар А.Г. 208, 571, 751, 766, 770, 800
Гончар В.В. 822
Гончаренко В.Н. 6
Гончаров С.С. 991, 1031
Горбаткина Ю.А. 1070
Горбачёв А.С. 1517
Горбунов М.С. 114
Горбунова Е.А. 1504
Горбунова Е.И. 1395
Горбунова О.А. 1308, 1338
Горбушина С.Н. 1373, 1382
Гордеев И.С. 1155
Гордеев С.В. 220
Гордуков Д.А. 1198
Гореликов К.А. 550
Горелов А.О. 90, 351
Горелова А.Ю. 1269
Горовой Е.В. 1199
Горожеев М.Ю 678
Горунов А.И. 937, 941, 978, 983, 1049
Горшнева А.П. 1200
Горькавый А.И. 577
Горюнов А.А. 551
Горявин В.А. 407
Горяинов А.В. 869
Горяинова Л.В. 1420
Горячева И.Г. 1168, 1175, 1185
Графуткина А.А. 1396
Грачев Е.В. 1505, 1558, 1591
Гребенева Т.А. 1042, 1059, 1067, 1076
Гребенюк Е.И. 655, 657, 669, 677, 688
Грехов Д.О. 1362
Грехов С.К. 944
Гречко С.В. 1471
Грибков С.В. 572
Григоровский В.В. 158, 1507
Григорьев А.В. 1431, 1440, 1448
Григорьев В.Г. 873
Григорьев Г.М. 1632
Григорьева О.Д. 872
Григорян А.К. 621
Гридасова А.А. 868
Гримаренко Е.О. 1202
Гринев А.Ю. 600
Гришанина Т.В. 895
Гришин В.Д. 50
Гришина А.Ю. 21
Гришина Л.А. 84, 95
Грошева П.Ю. 1271, 1272
Грунин А.Н. 142, 151, 996
Грушин И.А. 1126, 1128
Грущенко П.С. 290
Губаев И.Н. 552, 578
Гугина С.Ю. 1701
Гудзенко С.Г. 712
Гулидов Г.Г. 1608
Гулин В.В. 1434
Гульшин В.А. 623
Гуляев А.С. 1012
Гуляев В.В. 1612
Гуляев И.Н. 1054
Гумерова Р.Х. 552, 561, 565, 578, 587, 592
Гунин М.В. 291
Гуняева А.Г. 1075
Гуревич Б.И. 73
Гуреев И.И. 1101, 1126
Гуркина Е.Д. 1030, 1106, 1121
Гурьянов А.И. 192
Гурьянов М.С. 553
Гурявичюс Й.А. 352
Гусаркин С.Н. 59
Гусаров А.В. 300, 342
Гусев А.Д. 1107
Гусев А.Л. 251, 256, 260, 271, 362
Гусев Д.Е. 1101
Гусев И.Н. 945
Гусева Т.И. 783
Гусейнов А.Б. 712
Гусельников А.С. 22, 60
Гусилетов А.А. 798
Гущин Д.А. 408
Гущин К.В. 1508

Д

Давлятшин Р.П. 1147
Давыденко Л.В. 1119
Давыдов А.В. 1537
Давыдов А.Д. 1401, 1413
Давыдов К.В. 292
Давыдов С.А. 1148
Давыдова Е.В. 1272
Дадалян Л.А. 61
Данилаев Д.П. 831
Данилин А.Н. 904
Данилов А.Е. 114, 941
Данилова К.С. 1203
Данилочкина Н.Г. 1230, 1237, 1243
Дарибабина А.А. 799
Даудгаджиев В.Б. 136
Двинининова Л.В. 946
Двойнева А.В. 1273
Дворников М.В. 781, 785
Двуреченский Г.А. 799
Дебдина Е.Г. 1509
Дедела А.С. 292
Дедушев Д.С. 152
Деева Е.В. 1510
Дежин Д.С. 591, 594
Демидов А.Е. 409
Демидов А.С. 201
Демин И.А. 410
Демина П.Н. 1511, 1588
Демина Т.С. 1044, 1062, 1086, 1089, 1093
Демьяненко Е.Г. 900, 949
Денискина А.Р. 1363
Денискина Г.Ю. 902
Денисов А.М. 1318, 1334
Денисов В.И. 883
Денисова И.П. 893, 1565
Денисова О.И. 1530
Дербина С.В. 1525, 1536, 1544, 1546, 1579, 1605
Дерека И.А. 800
Дерен Е.А. 101, 115
Дерягин О.В. 62, 97, 1551, 1603

Джаджарми М.М. 153
Джафаров Н.К. 1471
Джафаров Э.Э. 1507, 1512, 1518
Джум В.С. 622
Джураева С.И. 1398
Дзехохов С.Д. 131
Дзюба Д.В. 320
Дидрих В.Е. 625, 640
Диков Г.Б. 1436
Дикшев Р.И. 1108
Димитрова С.М. 1274
Дителева А.О. 658
Дителева Е.О. 658
Дмитраков С.А. 411
Дмитриев Е.Л. 553
Дмитриев С.Н. 1633
Дмитриева М.О. 947
Дмитриенко Г.В. 45, 92
Дмитроченко Б.А. 1513
Добровольский С.В. 989
Добрынина Е.М. 1275
Добрянин Е.А. 233
Добычина Е.М. 608, 633, 648
Довгаль Д.В. 1149
Довгун Е.А. 154
Докунина О.А. 1276
Долгая Д.А. 1634
Долгов О.С. 47, 138
Долгушев В.Г. 91
Домени А.С. 353
Домнышев А.А. 412
Донковцев В.Г. 413
Доронин М.И. 714
Дорофеева Л.О. 1399
Достойнов И.Г. 413
Драчев Д.В. 1437
Дроботов В.Б. 924
Дроголова Е.Ю. 800
Дрождин Н.И. 1277
Дрозд Т.П. 1400
Дронов В.С. 131
Дронь А.О. 1049
Дружинин Д.С. 1635
Дружинина Д.В. 1514
Дрягина Д.О. 293
Дубинец А.О. 1150, 1645
Дубинский А.А. 708, 711, 713
Дубицкий В.А. 234
Дубовский А.А. 617
Дубравин Ю.А. 1141
Дубров Д.В. 1701
Дубровина А.Р. 1515
Дуванов А.А. 623
Дудин В.Р. 1050
Дудинских А.В. 1278, 1335
Дудкин А.А. 1013
Дудкин С.О. 817
Дудченко А.А. 108
Дукаева А.А. 773
Дума Е.К. 1279
Думанский А.И. 294
Дуняшев Д.А. 1000
Дхиман Гаурав 21, 1457
Дьяконов Д.А. 714
Дьяченкова М.В. 235
Дюстер А.А. 295

Е

Евдокимов Д.А. 1280
Евдокимов О.А. 205
Евдокимова В.Р. 1516
Евдокимова Е.А. 850
Евсеев Д.А. 600
Евсеева М.В. 520
Евченко И.В. 947
Егоров А.А. 226
Егорова Е.К. 395, 490, 524, 535
Егорова Е.Л. 568
Егорова Ю.Б. 1117, 1137
Ежов А.Д. 167, 203
Екимовская В.А. 1150
Елизаветина С.И. 624
Елинсон В.М. 655, 669, 673, 686, 690, 692, 694
Елисеичев Е.А. 590, 842, 843
Ельников Р.В. 698, 701
Емельянов А.В. 821
Емец Н.А. 22, 60
Емикова В.В. 63
Ениватова А.Ю. 1281
Еникеева А.А. 700
Епифанов А.Н. 949
Епифанова В.В. 7
Епихин В.И. 1517
Еремеева Д.А. 64, 744
Еремин М.Д. 414
Еремичев А.А. 1028
Ериков К.М. 1507, 1512, 1518
Ерисов Я.А. 1182
Ермаков А.Л. 32
Ермаков И.С. 873
Ермакова Д.Г. 713
Ермолаева К.Р. 1282
Ермолов И.Л. 822, 830, 837
Ермольев В.И. 714
Еропкин А.М. 1194, 1244, 1245, 1267
Ерофеев Т.С. 157
Ерохин А.А. 1015
Ерохин П.В. 15
Ерошин П.А. 296
Ершов М.Ю. 1014, 1102
Ершова И.М. 1363
Ефанов В.В. 838, 840
Ефимов Д.Е. 203
Ефимов С.Г. 874
Ефремкин А.А. 207
Ефремов А.В. 20, 21, 23
Ефремов Е.В. 23
Ефремов К.И. 950
Ефремова А.П. 1438

Ж

Жаднов В.В. 1365
Жаринова Е.Г. 1486, 1524, 1525
Жарких А.В. 851
Жарких Е.А. 236
Жарков Е.А. 539
Жарков М.В. 243
Жарков Р.В. 243
Жаркова Л.И. 1533
Жачкин С.Ю. 932, 999
Жданов Н.Д. 1636
Жданова В.А. 951
Жданова Н.С. 952
Жегалов В.М. 154
Жеребцов Р.В. 415
Жерновая О.И. 1204
Жигалова А.И. 1152
Жигарев С.А. 875
Жильцов М.Н. 554
Жиркова А.О. 1519
Жирнова Л.Н. 1283
Жовноватый К.Е. 416
Жолтаева Ж.Е. 1692
Жуйков И.О. 1519
Жуков А.А. 364
Жуков Д.Ю. 155
Жуков Е.Ю. 1520
Жукова В.С. 823
Жукова С.А. 1069
Жуковская Л.В. 1109
Жулмурзина Э.К. 1692

Жупикова А.А. 1522
Журавлев Д.И. 237
Журавлев Н.О. 1153
Журавлева М.А. 1508, 1561, 1570
Журавский К.А. 117
Журбенко Н.Л. 1493, 1494, 1495, 1527, 1557, 1569, 1574, 1584, 1634, 1645, 1663
Журбина Е.В. 1110, 1121

З

Забавникова А.С. 1489
Забелин М.К. 417
Заброда А.А. 227
Завалов О.А. 67, 102
Заводсков А.С. 659
Завьялова М.И. 208
Загидуллин А.Д. 1159, 1171
Заговорчев В.А. 809
Заграничнов А.С. 65
Задачин А.В. 555
Задорожный М.В. 1523
Зажигин В.В. 1014
Зайнутдинова Э.Ф. 1439
Зайцев А.В. 228
Зайцев А.Е. 625
Зайцев В.Е. 898
Зайцев Д.Н. 297
Зайцева А.Е. 1098
Зайцева А.М. 1051
Зайцева Е.К. 298
Зайцева К.К. 1486, 1524, 1525
Зайченко А.А. 1485, 1501, 1560
Закатаев Н.С. 8
Залеткина А.Д. 238
Залыгаев И.Г. 1525
Замахшариев Р.А. 824
Замковой А.А. 1417
Занин К.А. 905
Запалова А.В. 1111
Затолокина А.Р. 1284
Заусаев Е.А. 24
Захаров А.А. 1285
Захаров А.С. 911
Захаров Д.Л. 588
Захаров Н.Б. 1052
Захарова Е.Д. 875
Захарова Л.Ф. 1198, 1388
Захарченко В.С. 221
Зверев Н.А. 1154
Зверева В.А. 1286
Зверяев Е.М. 1180
Звоновский В.Б. 1462
Здорова М.В. 556
Зеленина А.И. 1155
Зеленкевич А.Д. 156
Зеленько М.А. 1578
Землянская Н.Б. 1204, 1214, 1242
Земсков А.В. 1144, 1148, 1154, 1183
Зеневич Я.А. 1609
Зенин К.И. 417
Зечихин Б.С. 563
Зиганшин Б.Р. 209
Зимакова Л.Д. 1699
Зимин К.С. 1047
Зиненков Ю.В. 174, 178, 187
Зинина А.И. 265
Зиновьев Р.З. 418
Зиновьева А.В. 1364
Зиянбетов И.Р. 419
Зо Лвин Хту 229
Зо Мин Кхант 700
Золотарева А.Ю. 1112
Золотов А.А. 733
Золотов Д.В. 420
Зонляйн Ю. 1028
Зорина Д.С. 1526
Зрелов В.А. 164, 185
Зуб В.П. 817, 825
Зубанов В.М. 177
Зубарев А.С. 421
Зубарев С.А. 1053
Зубеева Е.В. 1202, 1203, 1207, 1226, 1626, 1659
Зубцова Н.А. 1205
Зудилова Е.Н. 1514
Зуев М.Ю. 617, 619, 626, 646, 653
Зуева Т.И. 1405
Зюзина М.С. 1287
Зязева Т.Ю. 972

И

Ибрагимов Д.Н. 858
Ивакин М.В. 238, 259
Иваненко К.А. 299
Иванина Е.С. 1156
Иванов А.А. 929
Иванов А.В. 217
Иванов А.Е. 953, 1110
Иванов А.И. 1440
Иванов А.Л. 422
Иванов А.П. 876
Иванов А.С. 825
Иванов В.О. 422
Иванов Д.Н. 482
Иванов И.Г. 157
Иванов И.Д. 747
Иванов И.И. 371
Иванов К.А. 300
Иванов М.А. 1437, 1449, 1454, 1684
Иванов Н.А. 1440
Иванов Н.Г. 350, 372
Иванов Н.С. 556, 557, 595
Иванов С.В. 856
Иванов Ю.Ф. 1125
Иванова А.А. 1527
Иванова И.В. 1368, 1447, 1453
Иванюшин И.А. 774
Игнатенко П.П. 774
Игнаткин Ю.М. 11, 66
Игнатов Д.С. 660, 680, 687
Игнатов С.В. 423, 454, 495
Игнатова Д.М. 556
Игуменцев И.Ю. 425
Идрисов Д.М. 1157
Изотов А.Н. 1030, 1106
Ильинкова Т.А. 1097, 1103, 1104, 1132, 1134
Ильинская О.И. 965, 1001
Ильясов Р.И. 566
Ильяшенко Д.М. 826
Илюхина А.А. 1162
Имаметдинов Э.Ш. 1054
Иноземцев А.А. 147, 149, 174, 175
Инютин С.А. 422
Ионов А.В. 168, 217, 1518
Ирбитский И.С. 426, 537, 888
Исаев В.В. 348, 353, 354
Исаев Р.Р. 426
Исаева С.В. 1528
Исакова Д.Ж. 1529
Исмагилов Ф.Р. 573
Исраилова Н. 1089
Исхаков В.С. 1055
Исхакова Ф.Ф. 954
Исянгильдина А.А. 1031

К

Кабалин И.Ю. 427
Кабанов А.С. 777
Кабанов В.С. 955
Кабардова А.Р. 1441
Кавандин Д.Е. 428
Кадеров В.А. 557
Казаков А.Н. 354
Казаков С.О. 827
Казаков Т.Н. 429
Казакова А.В. 1700
Казакова Н.В. 1192, 1226, 1227
Казанцева А.А. 1288
Казачнский Г.Г. 558
Казимарданов М.Г. 885
Кайбелева В.Р. 1207
Калаев А.С. 393
Калачев О.Н. 1012
Калимуллина Э.Р. 1634
Калиненко А.С. 1401
Калинина О.И. 239
Калинкин П.А. 430
Калитанов Н.А. 430
Калпина Н.Ю. 768, 789, 796
Калугина Г.А. 1225, 1235, 1246
Калугина Е.В. 1071
Калухин М.Н. 66
Каляева А.А. 240
Калязин В.Г. 222
Камахина М.В. 1442
Каменев А.Р. 431
Камочкина Д.В. 1289
Камышников И.Н. 1290
Канаев И.И. 1529
Као Суан Минь 226
Капитонов М.В. 810
Каплун Е.С. 1291
Капралов Н.С. 877
Капранов В.А. 748
Капустин А.Г. 132, 844
Капустин Б.Д. 1483
Карабач М.Т. 432
Караванцева Ю.А. 1693
Карамзина А.Г. 319, 342, 1372, 1374, 1379
Каранэ М.С. 852
Карапетян Г.В. 801
Каратаева Е.С. 1443
Карачевцева Н.Д. 749
Карачун О.Г. 132
Каргаев М.В. 66
Карев О.Д. 158
Карепин П.А. 1370
Карепина В.Ю. 1292
Каримбаев Т.Д. 709
Каримов Д.Р. 559, 561, 587
Карлина М.А. 1562
Карлов А.А. 433
Карпов А.А. 434
Карпов А.Б. 878
Карпов Е.В. 161
Карпова Е.Д. 242
Карпочев С.А. 1637
Карпунова А.С. 1056
Карпухин Е.О. 285, 622, 627, 634
Картавых Н.С. 356
Карташов Э.М. 886
Карташова М.В. 210
Картузова А.А. 1530
Картушина Н.В. 1543, 1602
Каршиев Н.Т. 560
Касатиков Н.Н. 301
Касимцев А.В. 1108
Каскинбаев А.Ф. 715, 724
Касымов М.А. 1114, 1423
Каськов А.С. 166
Катаев А.А. 436
Катышева Д.Д. 1610
Кафиятуллина М.Д. 1528
Качайкина Е.С. 1115
Качалина М.А. 828
Качанов Д.К. 1652
Качура А.В. 1418, 1531
Кашапова Р.А. 626
Кашин С.А. 243
Каширин Д.А. 223
Кашшапов Р.М. 956
Каюмов А.И. 561, 587
Каюмов Э.Р. 515
Кваша В.С. 103
Квашнин В.М. 419, 473
Кейно П.П. 382, 398, 399, 403, 417, 420, 430, 440, 441, 446, 455, 472, 474, 477, 479, 482, 485, 516, 520, 538, 539, 544
Кенжахметов Ж.Е. 357, 892
Кибзун А.И. 863
Кижватова Н.В. 395, 437
Киляшова Л.А. 1089
Ким В.А. 1298
Ким В.П. 221, 222
Кинзикеева Р.Р. 957
Кирдяшкин И.В. 438, 509, 518
Кирдяшова Е.Ю. 1402
Кириакиди С.К. 13, 15
Кириевский Д.А. 716
Кириллин А.В. 128, 537
Кириллов В.Ю. 579
Кирин Н.А. 301
Кирьянов А.С. 255
Киселева А.А. 133
Киселева М.А. 802, 803, 1391
Киселева О.А. 802, 803, 1391
Кисин И.Д. 67
Кислякова Е.С. 601
Китаева Е.В. 1402
Кичук А.В. 1639
Клесарева М.В. 68
Клестова А.В. 1207
Клецко К.В. 1120
Климашевская О.В. 1480
Клименко А.А. 1533
Клименко И.В. 25
Климов И.С. 244
Климова Е.А. 1444
Климук А.В. 627
Клоницкая А.Ю. 1415
Клопот Е.П. 1079
Клочков В.В. 1210
Клочков К.А. 349, 661
Клюев А.Ю. 192
Клюшников М.В. 959, 994
Клявинек С.С. 1158
Клягин В.А. 46, 76
Князев А.С. 302
Князятов М.О. 853
Кобелева С.П. 1153
Ковалев И.А. 663, 675, 691
Коваленко Г.В. 30
Коваль Н.А. 439
Коваль С.Н. 211
Ковальджи К.В. 1534
Ковальчук Д.В. 1040
Ковязин К.Е. 960
Коган Е.А. 1439, 1452, 1461, 1466
Кожевников Г.Д. 159
Кожин А.И. 1015
Кожина Ю.И. 245

Кожокару Д.В. 562
Козаренко А.А. 26
Козикова П.В. 1293
Козина Е.В. 303
Козина М.А. 1601
Козинер Ю.Д. 934
Козлов А.П. 664
Козлов Н.А. 1072, 1094
Козлов Р.Ю. 628
Козлова Е.В. 1510, 1516
Козловцев С.А. 1640
Козуренко И.А. 439
Козырев А.В. 717
Козырев Н.А. 440
Козырева У.Р. 1445
Кокарева Д.С. 1446
Колбасов В.Н. 27
Колганов А.Д. 303
Колганов С.В. 1430
Колесников Д.А. 335, 470
Колесников Д.Н. 1159, 1165
Колесников С.А. 1050, 1063
Колесняк К.С. 1535
Колесова А.А. 160
Коллеров М.Ю. 1136
Колмыков Ф.А. 441
Колобков А.В. 651
Колобков А.С. 1065
Колодяжная И.Н. 1692, 1700
Колодяжный А.А. 498
Колокина А.В. 1610
Коломенцев А.И. 205
Коломийцев Н.А. 118
Колотов Е.К. 212
Колотова Л.Н. 1155, 1158, 1174
Колпаков В.И. 1162
Колток Н.Г. 161
Кольвахов С.А. 118
Коляндра Д.А. 305
Колякина А.О. 1014
Комаров А.А. 665
Комаров М.В. 69
Комаров С.Н. 666
Комарова Н.В. 1207, 1218, 1221, 1228, 1229
Комарова П.В. 185
Комиссарова И.В. 1209
Комова А.А. 1294
Комова А.В. 1447
Комова О.В. 162
Кондаратцев В.Л. 879
Кондратенко С.П. 749
Кондратьев Д.В. 1210
Кондратьев М.В. 442
Кондратьев Н.С. 1174
Кондратюк А.С. 1611
Кондрацкий И.О. 674, 1100, 1116
Кондрацкий С.О. 1116
Кондрашева Н.Н. 1398
Кондрашин А.А. 137
Кондрашов Д.А. 563
Кондрашов П.В. 359
Кондрашов Ю.Н. 288, 333, 334
Конкина В.А. 1295
Коновалова В.Г. 1310
Коновалова О.В. 1249, 1260, 1298, 1300, 1352
Коновалова С.В. 1541
Коновской А.С. 1704
Конограй Д.А. 1536
Кононова И.С. 1117
Коноплев Н.С. 1537, 1589
Коноплева В.М. 55, 58, 69
Коноплева П.С. 1538
Константинов М.С. 697, 704
Константинов П.Е. 306
Константинова А.П. 775
Конышев В.Ю. 246
Конышева В.Ю. 307
Конюшков Р.В. 443
Коняхин А.Е. 1030, 1109
Копинцу И.И. 719
Коптелина Д.А. 1538
Копылов Е.В. 563
Коренков Д.О. 1031
Коренчук К.Ю. 563
Корецкая И.А. 1296
Корешков А.В. 961
Корнеев И.В. 667
Корнилов А.Б. 550, 556, 558, 564
Корнишов К.И. 71
Коробейников Е.В. 663, 668, 691
Коробецкая А.А. 880
Коробков К.А. 234, 248, 249
Коробков М.А. 1540
Коробов А.С. 28
Королев Е.Э. 1212
Королев П.С. 368, 604, 1365
Королева А.Г. 179
Коротаева И.Э. 1507, 1517
Коротеев А.В. 89
Коротков А.И. 207, 717, 723
Корохин Р.А. 1061
Корыткин Н.Г. 829
Корыткин П.Г. 829
Коряков С.М. 963
Косарев Н.Н. 72
Косенкова А.В. 750
Косинский М.Ю. 265
Косицин А.А. 1472, 1477
Костиков Ю.А. 485
Костин П.С. 112, 117, 120
Костышев В.А. 214
Костюченко Д.В. 443
Косушкин К.Г. 58
Котельникова А.Д. 1473, 1475
Котельникова Д.Д. 1057
Коткова У.В. 669
Котов Л.С. 719
Котов С.В. 629
Котова А.В. 776, 1633
Котович И.В. 167
Кофанов А.С. 602
Коханова Ю.С. 193, 195
Кочатков И.А. 666
Кочетов В.А. 669
Кочетова А.С. 1541
Кочнев К.В. 719
Кочнева Д.В. 1213
Кочураев И.М. 445
Кошеварова Н.А. 249
Кошелев Д.М. 446
Кошелев М.С. 1214
Кравченко Р.В. 360, 366
Краев В.М. 146, 1252, 1254, 1278, 1279, 1280, 1334, 1335, 1336
Краева А.А. 1542
Крамер Д.А. 1298
Красавин Е.Э. 881
Красильников И.И. 1366
Краснов И.С. 446
Краснова Е.В. 964
Краснова К.Э. 797
Кремнева В.С. 1058
Крикун И.И. 965
Крит Б.Л. 674, 689

Кропивенцева С.А. 124
Кротов К.В. 777
Крохина В.А. 1118
Кружалов А.Г. 966
Крузман А.Р. 1160
Крунтяева В.С. 778
Крутина Е.В. 56
Крутов А.В. 717, 721, 732, 762
Крухмалева Л.Л. 1705
Крылов А.А. 129
Крылов К.А. 967
Крылова А.А. 1299
Крылосова А.А. 29
Крыцин А.В. 826
Крюкова А.Н. 1215
Крючков В.В. 547, 551, 553, 591
Ксензов И.А. 771, 968
Кубрин В.И. 360
Куватова Г.А. 1367
Кудинова А.В. 119
Кудрявцев В.Э. 838
Кудрявцева А.Н. 779
Кудрявцева Д.А. 630
Кудрявцева Е.О. 707, 1403
Кудрявцева И.А. 872
Кудряшов И.А. 163, 177
Кудухов Т.О. 882
Кузин С.А. 9
Кузнецов А.А. 1694
Кузнецов А.В. 671, 1084
Кузнецов А.Д. 66, 107
Кузнецов А.С. 250
Кузнецов Е.Б. 901
Кузнецов И.М. 233, 261
Кузнецов П.М. 392, 421, 427, 439, 456, 462, 515, 536, 727
Кузнецов С.В. 1143
Кузнецов С.С. 19, 359, 720
Кузнецова А.В. 1578
Кузнецова И.О. 1059, 1067
Кузнецова М.В. 1216
Кузнецова П.А. 1404
Кузькин В.И. 672, 685
Кузьмин А.Ю. 1016
Кузьмин Г.Ю. 1519
Кузьмин Д.А. 1637
Кузьмин И.В. 251
Кузьмина А.И. 447
Кузьминский А.Е. 1299, 1316, 1344, 1351
Куимов Е.С. 193, 195
Куксин Д.Г. 1160
Кулагин К.М. 1217
Кулагин Н.Е. 458, 868, 906
Кулаков С.Ю. 135, 833
Кулик М.В. 1448
Куликов С.П. 1473
Куликовский Е.А. 564
Кулиманов И.Е. 1017
Кулов С.С. 196
Кулыгин С.В. 1449
Кумачева Е.А. 603
Кунашова А.С. 252
Кундухов С.Б. 448
Купреева А.Ю. 223
Куприянов А.И. 616, 643, 649, 653
Куприянов Е.С. 631
Куприянова Я.А. 969
Купцов А.С. 1695
Куракова С.А. 1368
Курбацкий Г.В. 30
Курицын Д.Н. 1016, 1026
Курицына В.В. 960
Курмашева Л.Р. 1080
Курносов М.М. 672, 673, 690
Курочкин Д.С. 58, 73
Куртаева Ф.Н. 1098
Курчин И.Ю. 1695
Курынцев С.В. 942, 981
Курьянова А.С. 1086
Кусков И.Э. 804
Кусмидинова М.Х. 1414
Кутейникова Е.Н. 829
Кутина А.В. 632
Кутузов Е.А. 1543
Кутурин Н.С. 1405
Кухарева К.А. 1405
Кучмий А.Д. 632
Кушваха Х.Н. 1610, 1611, 1613, 1617

Л

Лавренов В.И. 672, 673, 690
Лаврентьева А.Ю. 74
Лаврова Л.А. 1632
Лапин Б.С. 830
Лапышев А.А. 83, 108
Ларина К.Д. 780
Ларионов И.С. 1060
Ларкин А.С. 1161
Ласкин В.А. 213
Ласточкина В.В. 1396, 1474
Лата М.Ф. 1300
Латипов А.А. 565, 566
Лаушин Д.А. 76
Лашкин А.И. 1018
Лебедев А.А. 799
Лебедев В.В. 149, 702, 775, 823, 919, 1150, 1152, 1166
Лебедев И.К. 1544
Лебедева А.С. 1301
Левашов Е.А. 971
Левкутина А.Ю. 1405
Левченко К.Р. 56
Левшонков Н.В. 29, 40, 41, 74, 129
Легкий В.Н. 848
Лежин Д.С. 723
Лезжова А.М. 317, 449, 497
Лейтман А.Ю. 80
Лейфер Б.К. 1621
Лелицак В. 451
Лельков К.С. 238, 259
Лемтюжникова Д.В. 323
Лемякин М.Д. 164
Ленский В.А. 165
Лепёхин Г.Н. 109
Лепешкин А.Р. 987
Лесик Е.С. 452
Лесин А.В. 214
Лесневский Л.Н. 170, 1675
Леус Д.А. 1641, 1648
Лефтер В.Д. 756
Ли Б.Л. 701
Либаров В.А. 453
Либерман Е.А. 633
Лиджиев А.А. 953, 1105
Лизовчук М.В. 781
Лиманский А.С. 191
Лин Кхант Аунг 700
Липчанский К.С. 1706
Лисовенко Д.С. 1163
Лисовинов А.В. 65
Лисоматко А.С. 989
Лисюткин Н.А. 782
Литвинов Е.В. 1406
Лихачев А.С. 1162
Лихачева Т.Н. 253

Лихоманова А.А. 1446, 1450
Лобакова А.О. 1163
Лобанов А.В. 854
Лобанова А.О. 751
Лобанова К.И. 1474
Логвинова В.М. 1545
Логинов В.О. 912
Логинов Н.А. 566
Логинов С.С. 617, 619, 626, 646, 653
Логинов Ю.Н. 944
Логинова А.В. 1258
Логинова В.М. 721
Логутов В.В. 566
Лозован А.А. 1030
Лозовой Р.Р. 453
Ломакин И.В. 970
Ломкин Н.И. 308
Ломова И.А. 1218
Лопатина Ю.В. 971
Лопаткин Д.В. 264
Лоренцо Б.Г. 1595
Лосев В.А. 634
Лоскутов Д.И. 423, 454, 495
Лохов В.А. 455
Лошакова А.А. 1408
Лузанов Н.С. 1546
Лукашов Н.И. 1061
Лукин А.Д. 330
Лукин А.С. 972
Лукин В.Н. 280, 305, 417
Лукичева С.С. 1219
Лукьянов Л.М. 308
Лунёв И.В. 1044, 1062
Лунева С.Ю. 876
Луханин В.О. 77
Лыков А.А. 1546
Лысак Д.А. 255
Лытнева А.В. 1302
Лыу Тхи Хуен 913
Львов М.В. 166
Любимов Ю.Ю. 567
Лягин А.В. 1220
Ляликова Д.А. 1303
Лямин А.Н. 366
Лямина Е.А. 1170
Ляпина С.Ю. 324, 1257
Ляпунова С.С. 788
Ляпустина Н.Г. 1642
Лясников Е.М. 1019
Ляховецкий М.А. 159, 179, 1677

М

Маамо М. Шико 269, 1687
Магомадов С.М. 1608
Магсумова А.Ф. 1048, 1064, 1068
Мажитова Д.Н. 1221
Мазаев А.С. 238, 302
Мазилина М.А. 1119
Мазуркевич Р.О. 1409, 1421
Майзенберг Т.Л. 360
Макаренко В.А. 456
Макаренко В.Н. 24, 36
Макаров А.В. 78
Макаров И.Д. 1120
Макаров И.К. 60
Макаров К.Д. 914
Макаров Ф.В. 1121, 1123
Макарова В.А. 1540, 1562, 1582, 1598, 1604
Макарьянц Г.М. 176
Макарян Д.С. 1548
Макатров Н.В. 674
Макашов А.А. 310
Македонский А.А. 311
Макеев П.В. 6
Маковецкий-Серебряков Д.Б. 1549
Максименко А.А. 568
Максимов А.С. 1643
Максимов Н.А. 246, 289, 516
Максимова А.И. 1450
Максимова Д.С. 1063
Максимова П.И. 31
Максутова Н.К. 1063
Макурин М.М. 274
Малахов А.В. 395, 457
Малашонок С.В. 855
Малевич Н.А. 595
Маликов С.Б. 927, 950, 974, 977, 997
Маликова И.С. 1637, 1645
Малина В.Р. 458
Малинина Д.Д. 133
Малиновский И.М. 157
Малов Д.В. 197
Малова А.А. 1451
Малыгин В.Д. 459
Малых Е.А. 311
Малышев В.В. 596
Малышев Д.И. 1452
Малышева А.А. 1549, 1552
Мальцев А.А. 460
Маляров И.В. 461
Мамиев О.А. 883
Мамкин Е.М. 826
Мамонтов А.С. 11
Мананникова А.И. 1164
Мандраков Е.С. 1369
Мануйлов П.Н. 973
Марданшин Д.Р. 831
Маришкин В.В. 973
Маркевич М.Н. 1645
Маркевич Пшемыслав 1688
Маркин Н.Н. 21, 38
Маркина А.Д. 1612
Марков А.В. 1085, 1090
Маркова Г.В. 1123
Маркова К.Ю. 883
Мармыль Д.А. 1410
Мартенс-Атюшев Д.С. 312
Мартиросова К.М. 313
Мартынишин И.Е. 1304
Мартынов З.В. 783
Мартынов Н.А. 974
Мартынова Д.Е. 315
Мартынюк Л.А. 167
Мартышкин А.И. 312
Марченков О.Л. 1523
Масалимов Д.Р. 1646
Масицев В.П. 1707
Маскайкин В.А. 79
Масленникова А.А. 976
Масликова Е.П. 462
Маслов С.А. 722
Масловский А.Ю. 635
Матасов Н.А. 315
Маторин В.Ю. 1628
Матушкин А.А. 1589
Матыцин А.А. 1429, 1455, 1460
Махиянов И.М. 1370
Махмутянов А.Н. 1165
Махова В.С. 1166
Махров В.П. 79
Мацыкин С.В. 303, 311, 331
Мацыкин Ц.В 338
Мачульский И.Н. 462, 540
Машкова Д.В. 1167
Машуков Е.В. 567, 571, 575

Медведев А.М. 356, 375
Медведев А.Ю. 1169
Медвецкова В.М. 674
Меднов А.А. 569
Межин Е.Д. 463
Мезина Н.А. 1189, 1190, 1195, 1234, 1240
Мелешко С.А. 316
Мелин М.С. 465
Мельдианова А.В. 1489, 1496, 1519, 1581
Мельников А.А. 947
Мельников А.Б. 663, 668, 675
Мельников А.В. 112
Мельников В.Е. 227
Мельников Е.Д. 466, 531
Мельников Я.К. 723
Мельникова А.В. 467
Мельникова Д.Д. 1032
Мельничук В.Н. 765, 805
Меньшаков И.А. 198
Меньших Ю.А. 468
Мерзликина С.Д. 856
Меркулов А.Г. 976
Меркулов В.П. 24
Меркулов И.А. 516
Мерьков А.Ю. 636
Метечко Л.Б. 772, 779, 797, 798
Мешанков Д.В. 1305
Мещерякова А.Р. 1168
Мигушин Ю.А. 134
Микерина Д.Н. 1087
Миленин М.С. 1306
Миллер В.В. 145
Милованов А.Г. 884
Милованова Е.Е. 468
Милто Е.В. 772
Милютина А.Р. 702
Минасян В.Б. 361
Миненко Д.А. 1307
Миненков В.Е. 750
Минин А.К. 168
Минлибаев Д.А. 120
Минниахметов В.А. 1169
Мираускайте К.Э. 317, 1443
Мирзоян А.А. 118
Митин Д.Е. 97, 1551
Митрофанов О.В. 68, 1672, 1679
Митрофанов С.Ю. 318
Митрофанова Ю.А. 885
Митюрева Е.В. 804
Михайлов А.А. 1248, 1287, 1294, 1301, 1302, 1306, 1307, 1317, 1318, 1333, 1345, 1355
Михайлов И.Е. 862
Михайлова Е.О. 1475
Михайловский К.В. 49
Михаленко Д.А. 1411
Михальченко А.А. 1549, 1552
Михальченко Т.С. 377
Михеев В.А. 926
Мичурин А.Л. 470
Мишин Н.С. 526
Мишуков Г.А. 752
Мишучков В.И. 1637
Мищенко В.Ю. 80, 87
Могильная Т.Ю. 682
Мозгалева М.А. 676
Моисеев А.А. 471
Моисеева Л.М. 1412
Моисеева Н.О. 301, 549
Мокряков А.В. 326, 402, 426, 457, 461, 471, 488, 506, 510, 870, 872, 878, 882, 888
Молодницкий В.И. 665, 1013
Молодовский Е.А. 474
Молодшев Д.А. 472
Молчанова А.Д. 1308
Молчанова С.И. 451
Монастырский В.П. 1156
Монгуш Д.С. 264
Моргачев О.А. 977
Моргунов Ю.А. 987
Морозов Б.Б. 1055
Морозов В.В. 114, 941, 978
Морозов Д.С. 570
Морозов И.А. 677
Морозов М.Ю. 1170
Морозов П.А. 473
Морозова Ж.А. 215
Морозова И.В. 1266, 1320
Морокин С.П. 1696
Москалёва Ю.А. 1309
Москвичева Е.Д. 79
Москвичёва Н.В. 1405
Моторина Л.Е. 1436, 1441
Мохова К.М. 1647
Мочелевская Е.В. 1572, 1597
Мошкевич Д.Я. 473
Мубаракзянова Д.Д. 1064, 1068
Мудрый Н.М. 677
Мулин П.В. 255
Мулюмба Ж.Н. 256
Муравей Л.А. 442, 483
Мурадова Н.М. 1310
Муратаев Т.А. 1165, 1171
Муратаев Ф.И. 1159, 1165, 1171
Мурзина А.В. 1265
Мурныкина В.В. 692
Мусина Д.А. 832
Мусина Е.Д. 1519, 1559
Мустафина А.Р. 319
Мухамадеев И.М. 1159, 1171
Мухамедов Л.П. 716
Мухаметзянов В.А. 980
Мухаметов Р.Р. 604
Мухина К.А. 80
Мымрина В.П. 1553
Мясников А.А. 242

Н

Навасардян Е.С. 774
Нагибин С.Я. 397, 423, 454, 480, 495
Нагмадинов М.С. 1697
Нагурный И.О. 723
Надирадзе А.Б. 219
Надуткин Н.И. 170
Назаренко А.Б. 1312
Назаренко В.А. 1020
Назаренко И.П. 199
Назаров А.В 606
Назаров А.В. 360, 790
Назаров А.Д. 1608, 1616, 1618
Назаров Е.В. 100
Назин В.Д. 678
Найдюк А.В. 63
Налётов А.Е. 1172
Наместникова А.И. 805
Нанеишвили И.Г. 637
Насонов Ф.А. 1046, 1078
Насыров Р.В. 1500
Насырова Р.А. 320
Насырова С.Р. 474
Наумов А.В. 459, 539, 859

Наумов А.Н. 32
Наумченко В.П. 257
Нахшунова С.И. 216
Начаркина А.В. 1065
Нгуен Динь То 638
Нгуен Дык Тхань 605
Нгуен Ныы Ман 230
Нгуен Тиен Вьет 606
Нгуен Тхань Бинь 606
Нгуен Хунг Ле 914
Неборонов М.М. 857
Неверов А.С. 196
Неверова Н.В. 1526, 1583, 1624, 1645
Неврев С.А. 320
Недорезов И.С. 258
Незведова С.А. 783
Некрасова Ю.Ю. 291, 352, 581
Немчинов О.А. 1188, 1213, 1241
Ненарокомов А.В. 719
Ненахов Е.В. 886
Ненашкина П.А. 362
Неретин Е.С. 817, 818, 825, 826, 827, 839
Нестеренко В.Г. 154, 157, 180
Нестеров С.В. 373, 1708
Нефедов В.Н. 851
Нечаев В.А. 1371
Нечаев Р.А. 639
Нечаева А.М. 639
Низамова И.Р. 1372
Никанорова М.Д. 81
Никеев А.Ю. 806
Никитенко И.А. 238, 259
Никитин А.А. 752
Никитин А.В. 322
Никитин А.Д. 1146, 1150, 1160, 1172, 1181
Никитин В.А. 206, 207
Никитин В.С. 1041
Никитин Д.А. 833
Никитин И.Г. 87
Никитин И.С. 1178
Никитин С.О. 11
Никитина А. 784
Никитина Л.Г. 1416
Никитина Ю.О. 1122
Никитченко Ю.А. 5, 8, 871, 881
Никифоров А.В. 724
Никифоров С.А. 114
Николаев Е.И. 121
Николаев И.А. 170, 179
Николаев П.Л. 385, 387
Николаев С.В. 1708
Николаева Е.В. 81, 1707
Николенко Т.Ю. 1410
Николичев И.А. 700, 1669, 1674
Никонов Ю.Ю. 475
Никулин В.С. 275
Ницберг Е.В. 1546, 1571, 1587
Нкение Диеу 38
Новиков А.А. 476
Новиков А.Ю. 411, 477, 481, 493, 544
Новиков Б.Б. 478
Новиков В.А. 679
Новиков Н.А. 367
Новиков П.В. 301
Новикова М.А. 571
Новикова П.И. 479
Новицкая Я.О. 1223, 1224
Новожилкин Н.М. 858
Новоселов А.С. 1313
Ногачева Э.Р. 930, 1063
Ногуманов Р.И. 981
Нода И.Д. 397, 480
Ножников В.Д. 660, 680, 687
Носкин Г.В. 586
Носков В.В. 135
Нуждин В.М. 602
Нурекеева Д.Р. 481
Нуруллаев Э.Д. 728, 1674, 1676, 1683
Ньан Сое Све 733
Ньи Ань Нгуен 607
Нягин П.В. 170

О

Облогина К.В. 1315
Оболенский В.Ю. 834
Оборин Ф.С. 806
Обручев И.А. 835
Овсянников А.С. 482
Овсянникова О.А. 482, 503
Овчарова П.А. 1520
Овчинников А.В. 1099
Овчинников А.С. 725
Овчинников М.А. 681
Овчинникова Е.В. 638
Оганезова Я.А. 1316
Оганесян К.А. 725
Огонькова Т.В. 1317
Одиноков С.А. 1364, 1378, 1380
Одинцов В.И. 1453
Окатьев Р.С. 1173
Олейник А.В. 982
Олейник И.В. 1613
Олейникова М.В. 1648, 1664
Олифиренко С.М. 747
Ольховская В.С. 1318
Омельченко В.В. 727, 1066
Онуфриев М.М. 1555
Оразалы Р.М. 374
Оркин Б.Д. 835
Орлов А.А. 953, 1123
Орлов А.В. 1067
Орлов В.В. 1556
Орлова М.С. 121, 937, 983
Орлова Ю. 1174
Орынбасар Б.Г. 1697
Осин А.А. 887
Осипов А.А. 483
Осипов А.С. 984
Осипов Д.А. 171
Осипов П.В. 640
Осипова Н.В. 1475
Осипова Т.В. 608
Остроумова Л.С. 1570
Осьмина К.С. 1492, 1534, 1535, 1590
Осяев А.Т. 133
Отаров Е.Г. 1698
Отмахов И.С. 985

П

Павлов А.Г. 484, 485, 504
Павлов А.С. 164
Павлов В.Ю. 476, 488, 501
Павлов К.А. 172
Павлов М.М. 484, 485, 504
Павлов О.В. 485
Павлов П.В. 800, 804
Пагава Л.Л. 682
Пагур Е.С. 1454
Падалко С.Н. 134, 276, 439, 452
Паинг Сое 698

Паламарь А.И. 1022
Паламарь И.Н. 1017, 1020, 1022
Палешкин А.В. 802, 803
Палий М.А. 1557
Палочкин И.И. 487
Палтиевич А.Р. 1032
Панина Ю.М. 1505, 1558
Панишева А.К. 1225
Панкина Е.А. 1119, 1472, 1477
Пантелеев А.В. 852, 854, 861, 866, 895
Панчук Д.С. 488
Папиашвили Э.Д. 702
Парамонов А.А. 154, 734
Парамонов Н.А. 1033
Парафесь С.Г. 969
Парлюк А.Н. 1559
Парубчишин А.Ю. 323
Пасичная М.М. 108
Патрушев А.Ю. 1034, 1038
Пауков Д.И. 753
Пахомова Ю.В. 1560
Пашков С.Ю. 33
Пашкова Д.В. 785
Пашковская Е.А. 888
Пегачкова Е.А. 702, 850, 860
Пейсахович О.Д. 225
Пенкин В.Т. 555
Пенчученко В.В. 1707
Пенькова К.И. 858
Первых Г.В. 777, 807
Перезашкевич А.В. 488
Перепелкин С.Е. 797
Перимбаева Е.С. 1455
Пермякова Д.В. 1123
Перова Е.А. 986
Пестряков П.И. 1496
Петелин Н.А. 655, 683, 688, 689
Петлинская Т.В. 1413
Петраш В.Я. 725
Петренко В.С. 1226
Петрикова К.С. 1318
Петров А.Н. 1131
Петров И.А. 260, 1035
Петров И.Ю. 571
Петров М.А. 785, 934, 1184
Петров Н.М. 987
Петрова А.А. 1648
Петрова А.О. 1226
Петрова А.Р. 1400
Петросян В.А. 1561
Петрунина Е.С. 1064, 1068
Петрякова Т.Ю. 272
Петухов С.В. 489
Петухов С.Л. 984
Петухова О.С. 1109, 1124, 1128
Петюкевич Т.В. 1227
Печаткин А.В. 349, 357, 369, 598, 661, 666, 892
Печенюк В.С. 82
Печинина Д.С. 1228
Пешков М.Ю. 572
Пешков Р.А. 53
Пещерская М.А. 1069
Пиванов П.В. 987
Пивоварова Е.А. 889, 1565
Пидько В.С. 1229
Пикалов Р.С. 700, 922
Пирогова Е.Ю. 1320
Пискарев А.С. 1025
Пискунов С.Е. 174, 175
Пицхелаури С.Г. 1562
Пичужкин П.В. 806
Плаксина Л.О. 727, 1066
Платонов А.А. 323
Платунов Д.А. 728
Плевако С.Ю. 174
Плешков Р.А. 83
Плотникова Н.О. 324
Пляскина А.С. 1456
Погодин И.А. 490, 535
Подберезный А.В. 608
Подгорный А.В. 363
Подгузов А.А. 573
Подлесная А.О. 1614
Подпорин С.И. 989
Подседерцев А.Н. 1174
Подшибнев В.А. 835
Подъельская М.Д. 990
Пожидаев А.А. 159
Пожидаев Е.П. 671, 1084
Пожога О.З. 1109
Поздняков К.Е. 1562
Поймалин В.Э. 364
Поладьев А.А. 740
Полесский С.Н. 368, 604
Полидорская М.Ю. 1230
Поликашина О.Д. 1320
Полицына Е.В. 389, 396, 447, 468, 492, 500, 502, 522
Половинкина М.Е. 1321
Полозов Н.В. 264
Полуглазкова Н.В. 986
Полулях А.И. 582
Полухина А.С. 325
Польский П.В. 1039
Поляков М.И. 836
Поляков О.А. 554
Полякова А.М. 1414
Полянский В.В. 1000
Пономарев И.И. 786
Пономарев Р.Л. 491
Поперечный С.С. 1016
Попов Г.М. 140, 163, 165
Попов Д.А. 174, 175
Попов Д.В. 1563
Попов И.А. 193, 195
Попов С.А. 12
Попов Ю.И. 82
Попова А.О. 1578
Попырина Т.Н. 1062, 1086, 1093
Поречный А.С. 492
Портнов Е.Г. 1023
Порядина Т.А. 991
Поседко В.Н. 72
Поскотина А.А. 993
Постников В.В. 36
Постнов С.С. 837
Потак А.Г. 1415
Потапов В.А. 493
Потапова В.С. 1231
Потапова З.Е. 855
Почашева Т.Е. 574
Почестнев А.А. 1433
Примаченко Г.К. 787
Притулкин А.А. 575
Приходько Д.И. 326
Провоторов А.А. 640
Продан С.А. 261
Прозоров Д.Е. 1191, 1192
Прокопенко Д.А. 84
Пронькин А.Н. 231, 239
Просветов М.С. 84
Просвирина Н.В. 1255, 1263, 1264, 1276, 1286, 1322, 1323, 1330, 1348
Просунцов П.В. 1039
Протасов В.И. 361
Прохоренко П.А. 34
Прохорова В.С. 1323

Прохорова М.А. 959, 994, 1008
Прохорчук К.В. 890
Проценко С.Д. 494
Прошутина Н.А. 889, 1565
Прудников В.А. 405
Пряжевский Р.Д. 1457
Пугачев Ю.Н. 84
Пузырецкий Е.А. 891
Пунтус А.А. 911
Путилина П.М. 1070
Путров Н.С. 1406, 1566
Путятина Л.М. 1197, 1216
Пучков А.А. 1478
Пушкалов А.И. 66
Пушкарев М.Д. 1649
Пушкарева М.Б. 1622, 1626, 1627, 1628, 1629, 1633, 1636, 1641, 1642, 1643, 1647, 1648, 1650, 1652, 1653, 1655, 1656, 1658, 1661, 1664
Пушкин К.В. 199
Пушков К.В. 366
Пху Вэй Аунг 85
Пыхтеев Н.А. 1567
Пьянов З.М. 1023
Пярксон В.Е. 1650

Р

Рагушина М.Д. 1071
Радин Д.В. 176
Раева В.В. 1595
Размыслов И.Ю. 1383
Разумов П.Д. 327
Разумова Д.А. 121, 937, 983
Раисов Р.Р. 1699
Ракитянский В.М. 1580
Рассадина Д.О. 787
Рассказова В.А. 853
Рахимов А.А. 1651
Рахметов И.А. 357, 892
Рахмилевич И.Е. 1232
Рашидов А.И. 1652
Ращупкина А.В. 177, 182
Ревизников Д.Л. 877, 879, 896
Редькин А.В. 105
Редько М.Ю. 384, 423, 454, 495
Резвых А.В. 1051
Резниченко В.И. 79, 1585
Рекун В.О. 684
Ременникова И.А. 1497
Ремизов И.А. 122
Ремчуков С.С. 151, 996
Репка А.П. 686
Ресулкулыева Г. 1568
Рипецкий А.В. 951
Рогачева А.В. 1569
Рогинская Л.Э. 569
Роговенко О.Н. 838
Рогожева А.М. 1175
Родзина А.А. 1233
Родин А.А. 642
Родин Н.Д. 915
Родионов В.С. 496
Родионова А.С. 1072
Родников А.В. 909, 912
Родченко В.В. 708, 713, 724, 754
Родькин А.Р. 1570
Рожанский Н.Д. 1700
Розанцев К.О. 12
Романенко Е.В. 328
Романенков А.М. 277, 292, 381, 389, 392, 403, 416, 431, 437, 438, 443, 484, 487, 499, 504, 509, 513, 514, 518, 537, 857, 889
Романов А.О. 497
Романов К.В. 576
Ромашова М.О. 199
Росляков Д.П. 577
Рубан А.А. 498
Рубанова А.И. 1652
Рубцов Е.А. 235, 240, 650
Рубцов И.А. 1073
Рудаков А.И. 997
Рудаков Т.Д. 694
Рудой И.А. 774
Рузавина К.Р. 998
Русакова А.Ю. 1324
Русанов В.А. 499
Рыбаков В.А. 893
Рыбаков Р.Д. 87
Рыбакова Л.В. 1529, 1538, 1577
Рыбалко А.А. 880
Рыбкина Н.М. 895
Рыбников С.И. 318
Рыбникова А.Н. 1075
Рыгина М.Е. 1125
Рыженков В.М. 1549
Рыжова Е.С. 199
Рыкалин А.В. 754
Рылев И.Б. 755
Рылева Е.С. 756
Рысева А.С. 642
Рябинкин М.С. 239, 262
Рябинская К.А. 609
Рязанов А.Е. 13, 15
Рязанцев А.Ю. 947

С

Сабадаш В.В. 137, 371, 685
Савельев А.В. 1076
Савельев А.С. 839
Савельев Р.С. 113
Савельев С.А. 87
Савельева А.Р. 113
Савельева В.С. 895
Савилкин С.Б. 292
Савин Д.В. 1077
Савин М.И. 840
Савина А.А. 136
Савицкая С.Д. 1571
Савкин А.В. 262
Савостин Д.С. 1126, 1128
Савченко А.Ю. 287
Савчук Р.Р. 1621
Сагайдак М.В. 13
Садеков Э.Р. 686
Садковская Н.Е. 263, 293, 299, 325, 337, 1002, 1399, 1409, 1421, 1424
Садовников Е.М. 916
Садовская Е.В. 643
Садовская М.Л. 1555
Садрисламов Н.С. 552, 578
Садыгов А.С. 917
Садыкова А.Т. 1572
Сажин А.Н. 1040
Сазонов А.А. 1005, 1023, 1205, 1212, 1217
Сазонова Д.А. 808
Сазонова М.В. 1019
Сайранов А.С. 756
Саитова Р.Р. 1176
Саламатин В.С. 1078
Салахов А.М. 89
Салахутдинова Ф.Б. 1033
Салимгареева В.Р. 1573
Салимов П.С. 1040

Салина М.С. 933, 936, 943, 955, 956, 957, 980, 985, 998
Салихов М.Р. 644
Салихова Д.М. 1373
Сальников А.В. 178
Самойлов К.К. 1458
Самойлова Е.С. 1079
Самонов А.А. 137, 360, 366
Самохвалова С.М. 1275
Самохин А.А. 500
Самошкин Д.А. 1519
Самсонов Е.В. 1325
Самсонович С.Л. 829, 834, 835
Сангинов А.Д. 1574
Сандалов В.М. 576
Санин А.Е. 263
Саньярова М.В. 1090
Сапронов Д.Г. 90
Сапунов М.Д. 501
Сапунова А.П. 859
Сапухина М.В. 200
Сарбаш Г.А. 1234
Саркисян А.Г. 809
Сарычев М.А. 91
Сатенова С.Б. 1698
Саттаров А.Г. 209
Саушкин Б.П. 964
Сафин Э.В. 1359, 1385
Сафина Г.Р. 1257
Сафина Л.Р. 1177
Сафонов В.С. 970
Сафонова А.М. 1653
Сафронова К.П. 788
Сахбутдинова В.Р. 1080
Сачук Д.В. 705
Сашин А.П. 774, 1575
Сашина А.А. 367
Сашов А.А. 597, 611
Саяхов И.Ф. 573
Свердлов Б.Г. 632
Свистунова Е.С. 329
Свитлинец И.И. 579
Сгибнева Е.А. 1700
Сгибнева К.А. 1700
Сеилова А.К. 1692
Селиванов И.А. 123
Селиванова В.А. 841
Селиверстов С.Д. 179
Селина Е.А. 91
Сельвесюк Н.Л. 1509
Сельцов Е.В. 45, 92
Семенихин К.В. 849
Семенов А.Н. 940
Семенов А.С. 308
Семёнов А.С. 395
Семенов В.В. 6, 200
Семенов Г.Е. 401, 449, 503
Семёнов Г.Е. 363, 408, 413
Семенов М.А. 35
Семенова Т.Б. 502
Семенова Я.А. 1416
Сёмин Н.А. 1081
Семина А.П. 1248, 1261, 1268, 1274, 1288, 1303, 1312, 1325, 1327, 1351
Сёмина М.В. 330
Сенаторова Е.О. 842
Сентюрина Ж.А. 938
Сенюшкина П.В. 789
Сенякин С.С. 1024
Сергеев А.В. 645
Сергеев А.О. 1458
Сергеев Е.Н. 1701
Сергеенкова К.В. 1328
Серебряков М.А. 462, 503
Серебрякова Ю.О. 368
Серебрянский С.А. 49, 91, 976
Серикбаева Ж.К. 1695
Серикова Н.В. 1402, 1416
Серов М.М. 1034, 1038
Серпичева Е.В. 78, 376
Сивинцева О.А. 646
Сивоплясова С.Ю. 1265
Сивцова Г.В. 1127
Сидельников Р.В. 1079
Сидоркова М.М. 1137
Сидоров Л.Г. 1219
Сидорова И.М. 1426, 1442, 1444
Сидорчук В.П. 884
Сизов А.А. 1691
Сизов П.В. 283
Сикриер А.В. 1417
Силин А.С. 611
Силин И.Д. 810
Силуянова М.В. 141, 142, 151, 185
Симахин И.Н. 896
Симонов В.Л. 267
Синдаров Т.О. 1082
Синявская Ю.А. 824, 847
Синякин В.П. 180
Сиротинский Е.А. 612
Ситникова О.Р. 918
Скавинская Д.В. 119
Сказкина Ю.Н. 1645
Скачков А.С. 484, 485, 504
Скачков В.А. 601
Скворцов Е.Б. 55, 69
Скворцов М.П. 369, 598
Скворцова А.А. 919
Скворцова Е.Г. 505
Скворцова С.В. 953, 1105, 1110, 1123
Скиба К.Г. 660, 680, 687
Скиданов С.Н. 51, 59
Скиданова Е.В. 790
Скляров Н.А. 506
Скобелев Е.М. 811
Скорик А.В. 1616
Скородумов С.В. 1232
Скрыпченко Е.Н. 1577
Скулова А.Ф. 1418
Славнова П.В. 1235
Сладков Р.И. 1654
Следнев А.А. 331
Слезов С.С. 1105, 1123
Слепцов В.В. 658, 660, 663, 664, 668, 675, 680, 687, 691, 693
Слюсарев А.А. 1091
Смагин Д.И. 57
Смекалкин А.С. 217
Смирнов В.Г. 1193, 1200, 1624, 1630, 1639, 1640, 1652, 1657, 1662
Смирнов В.С. 758
Смирнов Д.А. 332
Смирнов И.В. 729
Смирнов М.В. 843
Смирнова А.М. 860
Смирнова Е.А. 1106, 1128, 1136
Смирнова Н.А. 812
Смирнова П.Д. 1655
Смирнова Т.С. 1269, 1282, 1285, 1296, 1309, 1342
Смирных Е.В. 1589, 1596
Смолин Е.О. 655, 688
Смыслов А.М. 982
Снегирев М.В. 264
Соболева Э.И. 1367
Соколов А.В. 1033

Соколов М.С. 272
Соколова Е.Л. 1258
Солдаткин В.С. 374, 377, 562, 568
Солдатов А.Л. 647
Солдатов Б.Д. 24
Соллогуб С.Е. 1329
Солнцев М.В. 155
Соловьёв А.В. 370
Соловьев А.С. 1126, 1128
Соловьев Н.Г. 378
Соловьева А.А. 648
Сологуб Г.Б. 125, 332, 344, 883, 887, 898
Солодилов В.И. 1046
Солодова А.Д. 1635
Соломенцева К.М. 1617
Соломонов К.Н. 1167
Солягина Н.Н. 1330
Сорокин Д.А. 580
Сороченкова А.В. 1702
Сорсорова М.Р. 1331
Соснов О.Р. 722
Сотникова Е.В. 780, 782
Сошников Д.В. 870
Спасскова С.А. 1578
Сперанский К.А. 1101, 1111
Спирин И.В. 181
Стабилини В.А. 1231
Стакозов А.О. 612
Становская Я.В. 861
Старовойтов А.С. 1578
Старцев М.А. 36
Старчаус В.С. 507
Старчикова И.Ю. 1392, 1404
Стафоркин В.А. 333
Стаханова Я.А. 1129
Степанищева Д.А. 334
Степанов А.А. 94
Степанов С.А. 1130
Степин Е.А. 759
Стеснягин С.М. 920
Стоколесов М.С. 897
Столяров Я.В. 264
Столярчук В.А. 278, 346, 391, 415, 475, 525, 874, 875
Сторожев С.А. 275
Стояновский С.Р. 171
Стратула Б.А. 1178
Страхов Р.Д. 508
Стребкова О.Г. 1333
Стрелкова Н.Г. 1694
Стрельников А.В. 37
Стрельникова И.И. 38
Стрижиус В.Е. 61
Строгонова Л.Б. 767, 769, 785
Строкач Е.А. 1671
Струнькин П.В. 999
Студенова Н.С. 1000
Стульников К.Т. 381, 509, 518
Ступников Д.А. 1008
Субботкин А.В. 1579
Суворов А.Н. 1001
Суворов А.С. 730
Суворов М.Д. 1580
Суворова А.А. 510, 870
Суворова А.Р. 791
Сударева А.А. 581
Судьин Д.Н. 217
Суетин И.О. 39
Сулейманов А.Р. 163, 182
Султанова Л.С. 1374
Сунцев В.В. 511
Сурайкина Е.С. 124
Суркина Л.А. 861
Сурков М.В. 107
Суркова Е.В. 1408, 1464
Суровежко А.С. 989
Суханов Д.Б. 95
Суханова А.С. 1236
Сухарев А.А. 582
Сухарев А.С. 898
Сухарев Д.А. 62, 97, 774, 1551, 1603
Сухарев М.И. 613
Сухарев П.С. 649
Сухно А.А. 1434, 1463
Сухоруков А.А. 1131
Сыромолотов Н.С. 1581
Сысоев В.К. 763
Сытова А.Г. 1237
Сычев А.С. 1179
Сычев М.И. 619, 636, 640
Сычев С.А. 512
Сычева М.Д. 1582
Сыченков В.А. 192
Сюткин И.С. 335

Т

Табаков Е.В. 265
Тавицкий В.А. 109
Тавров В.А. 1583
Тагиров А.Р. 336
Талалаева П.И. 167, 203
Талипов В.А. 371, 685
Тант Аунг Мьо 704
Тараненко А.В. 1606
Тараненко Д.Л. 513
Таранов А.А. 862
Тарасенкова Е.В. 1656
Тарасов А.Н. 863
Тарасов А.С. 731
Тарасов В.В. 137, 366, 685
Тарасов В.И. 1002
Тарасов Т.А. 98
Тарасова Г.Н. 1451
Тарасова М.А. 1656
Тарасова Н.В. 1233, 1246
Татарников О.В. 85
Татарский Б.Г. 1689
Татару А.Ю. 98
Тахаева Д.А. 1376
Тахтамышев И. 40, 41, 99
Тезиков С.Е. 183
Тельминов П.О. 100
Темнов А.А. 277, 514
Темченко В.С. 631, 637
Терентьев М.Н 760
Терентьев М.Н. 310, 347, 731, 820
Терехин О.В. 630
Терехова А.Ю. 921
Терещенко К.В. 844
Терновский В.В 453
Теряев Д.А. 184, 1512
Тетёркин Н.А. 1238
Тйаги Д.А. 515
Тимофеев А.К. 864
Тимофеев В.О. 945
Тимофеева А.А. 125
Тимченко А.А. 760
Титаренко В.И. 341
Тихомиров Н.В. 1708
Тихомолов А.А. 1180
Тихонов А.И. 1251, 1253, 1256, 1277, 1281, 1304, 1305, 1328, 1331, 1346, 1353, 1389
Тихонов В.А. 705
Тихонов Г.Г. 1657, 1658
Тихонов К.М. 815, 828
Тихонова А.Ю. 101, 115
Тихонова И.В. 1107, 1129
Ткачев А.С. 516

Ткаченко А.Ю. 1082
Ткаченко Т.П. 671, 1084
Токарева Е.В. 1085
Токарева Е.М. 1445
Толбатов Р.И. 792
Толканова Д.Г. 1266
Толстова Е.М. 1334
Толстякова Д.Н. 201
Томашевич А.М. 184
Томашевский А.С. 1180
Томилин М.М. 563
Томилова В.А. 1626, 1659
Тонкошкуров А.А. 372
Топорков М.О. 337
Торопеев Д.А. 338
Торопова А.М. 1584
Торопылина Е.Ю. 1585
Торпачев А.В. 150, 725
Торчик М.В. 1181
Торшина Д.Д. 1460
Точилин С.А. 657, 688
Трасковецкая Д.В. 339
Трахман Р.А. 1586
Требушников А.В. 1702
Трембач Т.Г. 1545
Третьяков И.В. 1046
Третьякова В.С. 1587
Трифонова А.А. 1377
Троицкая В.П. 583
Тропынин Н.В. 1003
Трофимов А.А. 71
Трофимов В.Н. 1142
Трофимова А.С. 1378
Трубенко С.Е. 373
Трубченко Н.М. 340
Трусов П.В. 1173
Трусова В.Л. 516
Тугушева Д.Р. 517
Тудупова Д.Б. 374
Тузиков С.А. 202, 719, 744
Туль П.А. 1004
Тумаев М.Д. 257
Тупицын А.В. 845
Тутунина М.С. 1334
Тюменцев Ю.В. 37
Тютькин Е.Н. 1708
Тяглик М.С. 34
Тяпкин П.С. 614

У

Уваров И.А. 36
Удалов Н.Н. 381, 438, 518
Удовенко Ю.П. 1182
Удовиченко Ю.Д. 1479
Уколов А.П. 520
Уколова Л.Е. 1614
Уланов А.М. 156
Ульянкин А.И. 1511, 1588
Ульянов А.В. 760
Ульяновский О.Д. 762
Унгурян С.А. 615
Уперчук Р.А. 705
Уразбахтин Ф.А. 699
Урманова Л.Э. 1487, 1523, 1567, 1592, 1593
Урсатий А.М. 266
Урюпин И.В. 865
Усатый И.В. 702
Устинов Д.Д. 102
Ухов П.А. 1011
Ушакова М.И. 1240
Ушкар М.Н. 598, 612, 613, 615

Ф

Фаворский К.Г. 236, 245
Фадеев М.М. 520
Фаизова Р.Р. 583
Файзуллин Л.Ф. 922
Файзуллина Н.М. 891, 1081
Файзуллина Э.Р. 1335
Файкин Г.М. 1183
Фам Винь Тхиен 922
Фаносян Р.А. 185
Фарсиян Л.В. 1589
Фаткуллин А.Р. 1132
Фатхулова Д.А. 650
Фатыхов А.Р. 522
Фахретдинова Г.И. 1379
Фаюстов А.А. 1380
Федоркевич И.А. 118, 121
Федоров А.А. 1031
Фёдоров Н.Н. 103
Фёдоров С.В. 1025
Федорова А.В. 1336
Федорова Е.И. 875
Федорова Л.В. 1128
Фёдорова Н.А. 103
Федотикова М.В. 689
Федотов А.С. 1460
Федотова Л.А. 1483, 1520
Федотова М.А. 1273, 1284, 1289, 1292, 1293, 1315, 1320, 1321, 1324, 1341, 1343
Федотова Н.С. 1337
Федулов В.И. 1329, 1349
Федулов Ю.С. 14
Федулова А.Н. 1528, 1556
Федюк Ю.О. 294, 523
Федюнин Д.А. 210, 717, 762
Феофанов А.С. 763
Ференец А.А. 584
Ференец А.В. 584
Фертиков А.О. 185
Фетисов А.Г. 776
Фетисова А.В. 792
Филатов В.К. 117
Филатова Т.В. 1461
Филимонов А.Б. 846
Филинов Е.П. 152, 187
Филипкин И.М. 524
Филиппов А.А. 1589
Филиппов Е.И. 375
Филиппова А.Г. 1338
Филиппова А.С. 897, 903
Филиппович Г.Н. 1419
Финогенов Н.А. 898
Фирсанов В.В. 914, 922
Фирсов Д.В. 1339
Фирфаров А.С. 1590
Фишер М.Д. 525
Флинков А.О. 1504
Фозилов Т.Т. 1035
Фокин Д.Б. 170
Фокин Т.С. 764
Фомин А.К. 899
Фомин П.А. 1420
Фомин Р.Д. 544
Фомина А.С. 1341
Фомина Е.В. 576
Фомичёв В.А. 297
Фомичёва А.А. 1381
Фортунатова П.О. 341
Фролов В.А. 526
Фролов М.В. 899
Фролова А.А. 1659
Фурсов А.А. 945

Х

Хабибуллин М.М. 779
Хабулиани Т.О. 1505, 1591
Хаванов Е.С. 586
Хайбуллин З.И. 1086

Хайдаров Д.Р. 40, 41, 99
Хайруллин А.Р. 40, 41, 99
Хайруллина Э.И. 1382
Халикова А.А. 900
Халитов Т.М. 561, 587
Халиулин В.И. 1045
Халиулин В.И. 1052
Халиулин В.И. 1080
Хамадов Р.Р. 216, 713, 732
Хамидуллин А.Р. 1592
Ханов А.С. 270
Харисов Р.Р. 1593
Харитоненков А.И. 380, 384, 400, 406, 418, 429, 432, 534, 544, 1130
Харитонова Е.Н. 1241
Харламов А.Н. 617
Харламов Е.В. 901
Хартов С.А. 220, 223
Харченко В.К. 33
Харюзонова С.Г. 993
Хасанова А.Ф. 342
Хаустов А.И. 770, 784, 787
Хачикова Н.А. 342
Хвалёва О.Д. 568
Хван А.В. 138
Хиджази Р.А. 202
Хитева Д.В. 651
Хмелевский И.Д. 846, 870
Хобта Р.Г. 804
Ходикян Г.Б. 376
Ходукин Р.А. 527
Ходыкин А.В. 1462
Холкин И.Г. 1383
Холодова К.Д. 1087
Холостова О.В. 918
Хоменко А.Д. 1409, 1421
Хоменко М.М. 847
Хомутская О.В. 311, 1056
Хомягин В.О. 529
Хомяков И.С. 257, 588
Хонг Тхи Иен 923
Хопин П.Н. 990, 1023
Хорев Т.С. 264
Хорошко А.Л. 466, 530, 531
Хорошко Л.Л. 380, 446, 466, 508, 530, 531
Хохлов А.В. 105
Хохлов И.Н. 1242
Хохлов Ю.Н. 959, 994
Хрёкин А.О. 343
Хренова Н.М. 1342
Хромов И.А. 1661
Хромова С.А. 1343
Хрульков В.Н. 589
Худобина М.А. 1243
Хуснетдинов К.Р. 1087

Ц

Цаллагова Т.О. 531
Цапко Е.Д. 901
Царёва Г.В. 1385
Царьков С.С. 1594
Цеплина А.Е. 368
Цивенко К.А. 13, 15
Цивильский И.В. 121
Циулин И.Г. 187
Цораев Д.Т. 533, 541
Цыганов П.С. 672, 673, 690
Цыпленков Л.С. 344
Цырков А.В. 465
Цырков Г.А. 306, 383, 400, 425, 428, 445, 453, 460, 467, 473, 491, 505, 511
Цырков Р.А. 691
Цюхова П.И. 1595
Цюцюра С.Ю. 105

Ч

Чавкина А.Ш. 1463
Чайка Б.А. 1344
Чайка Ю.В. 609
Чан Шон Хунг 267
Чаплыгин К.К. 1134
Чащин Д.А. 902
Чащин И.С. 590
Чекин А.М. 920
Чекомазов В.Г. 1595
Челпанов А.В. 296, 478, 517
Чеметева А.И. 1345
Чемоданов В.Б. 27, 242, 244
Чемодин Р.Д. 765
Ченцов А.В. 1139, 1179
Чепракова Л.А. 1513
Червяков В.И. 1502, 1601
Черевинский А.П. 1043, 1088
Черемушкин Г.А. 793
Черенков И.И. 847
Черкай А.Д. 404
Черкашина Н.И. 1079
Черненок Т.В. 1089
Черников А.А. 848
Черников В.И. 106
Чернов Д.А. 107
Чернов И.Ю. 187
Чернов Н.С. 591
Чернова М.О. 1479
Чернова Т.А. 114, 384, 861
Черный С.П. 589, 593, 819, 864
Чернышева Е.В. 1464
Чернышов Л.Н. 327, 340, 410, 875
Черняева Е.В. 1411
Черняева И.Ю. 692
Чесноков А.В. 1066
Чесночков В.А. 1036
Чжо Зо Лвин 693
Чжо Мьо Хтет 1028, 1036
Чжо Свар Хтет 733
Чжун Хьюнг Чжун 188
Чигиринова Е.В. 1346
Чижов А.С. 1090
Чикучинов Е.М. 591
Чиркин А.В. 534
Чубченко Д.С. 766
Чуваев П.С. 490, 535
Чугунов Д.В. 1005
Чуйкина М.К. 1618
Чулков И.В. 1386
Чумагина Ю.И. 268
Чумакова Е.В. 413
Чуркина Т.Е. 921
Чурсин Р.А. 1347
Чуряева С.А. 126
Чуфирин И.А. 1534
Чухненко А.А. 1466
Чэнь Болунь 189

Ш

Шабаева Р.В. 1348
Шаблий А.Д. 536
Шаблий Л.С. 197
Шабляускас Т.Э. 108
Шабунина А.А. 903
Шаваева В.Б. 707, 1403
Шаварин П.М. 592
Шавня Р.А. 904
Шаврин К.А. 426, 537
Шагиахметов А.Р. 907
Шайдеров Д.А. 537
Шайдуллина Р.И. 1134
Шайдурова 1053

Шайкин Р.О. 244
Шайхутдинова Д.И. 1349
Шаламова Л.Ф. 1470, 1478
Шамаева А.Р. 794
Шамсиев М.Р. 1049
Шандрук В.С. 1007
Шандура К.А. 538
Шанина А.И. 1595
Шанкибаева Ж.Т. 1693
Шапагин А.В. 1043, 1088
Шаповалов Н.А. 269, 1687
Шаповалов Р.В. 7, 295, 756, 801
Шарапкина Е.А. 1114, 1423
Шарапов В.С. 1662
Шарапов Л.А. 1590
Шараха Н.А. 617
Шардина А.О. 377
Шаренков А.С. 795
Шаров К.И. 1091
Шаронов А.В. 307
Шаронов И.Е. 270
Шарыпова Д.А. 758
Шаталин А.А. 1092
Шаталина Д.В. 1136
Шаукенова К.С. 1703
Шахбазян С.А. 1562
Шварц А.И. 72
Швед Д.М. 778, 811
Швед Ю.В. 11, 14
Швыдко А.А. 1386
Швыкин Ю.С. 915
Шебатина Д.Ю. 539
Шевелёва Д.В. 1351
Шевердин М.А. 1596
Шевцов А.В. 1458, 1467
Шевцов Г.А. 15
Шевцов Д.А. 550, 583
Шевцов О.А. 345
Шевченко А.М. 1244
Шевченко М.В. 593
Шевченко М.О. 108
Шевченко Т.А. 1597
Шевчук П.В. 539
Шевяков А.О. 734
Шенгелия Т.С. 1351
Шенчукова Н.С. 1352
Шестакова О.В. 858
Шестернин Д.С. 109
Шестопалова О.Л. 1696
Шинкарева Е.В. 796
Шинкарёва М.В. 1044, 1093
Шипилева А.Д. 1538
Шипилов Д.В. 1598
Шипко В.В. 270
Широков А.А. 594
Широков А.И. 1599
Широкожухова А.А. 947
Шитиков А.М. 612
Шихин С.М. 905
Шишкин С.В. 1140
Шишов Д.М. 574
Шишов И.М. 595
Шкапа Д.Н. 1480
Шкарубо С.Н. 1427, 1432, 1438
Шкуратенко А.А. 739
Шлепетис В.А. 1353
Шмагина Ю.В. 924
Шмелева Р.Н. 1424
Шмыров И.Б. 251, 271
Шмырова А.В. 1137
Шоркин С.П. 653
Шорник Е.А. 272
Шпакова А.П. 1286
Шпунькин Н.Ф. 1161
Шувалова Е.Е. 810
Шулепов А.И. 705
Шульгин Д.А. 1245
Шунина Е.Я. 1663
Шуран Д.А. 1601
Шушакова М.М. 1602
Шушков А.С. 735

Щ

Щеглова Е.О. 868, 906
Щекочихин В.В. 25, 28, 64, 707, 729, 771, 968, 1371, 1394, 1403, 1406, 1418, 1631, 1646
Щемеров И.В. 366
Щербаков А.И. 482, 540
Щербаков В.В. 1184
Щур П.А. 668, 669, 675, 694

Э

Элькин Я.В. 533, 541
Эпельфельд А.В. 1100, 1116
Эргашева М.А. 1275
Эфендиева А. 1271

Ю

Юдин А.В. 282, 1291, 1339
Юдин В.Н. 618, 621
Юдина М.Н. 1094
Юдинцев В.В. 696
Южаков А.А. 275
Юкин И.И. 62, 1603
Юлдашова Л.Ш. 377
Юрин В.Н. 963, 1003, 1004, 1010
Юркова А.В. 1604
Юртаев В.А. 616, 653
Юрчекно И.А. 1619
Юрченко Н.В. 1457
Юсифова Е.Р. 1246
Юсупов И.И. 1095
Юхневич С.С. 970

Я

Ягмурова А. 110
Ягодин В.О. 1605
Ягодина А.А. 1246
Ягопольский А.Г. 382, 412, 526, 533, 541
Ягрушкина И.Н. 1058
Ягудин Т.Г. 1106, 1114, 1124
Языков М.Д. 754, 1467
Языков В.В. 543
Якимов А.А. 346
Якимов М.Ю. 890, 1138
Яковенко А.А. 1185
Яковенко Е.А. 1355
Яковлев А.А. 172, 188, 189, 211, 1678
Яковлев А.Л. 1118
Яковлев А.Ю. 1186
Яковлева А.А. 866
Яковлева А.И. 779
Яковлева Д.М. 735
Якурнова К.А. 142
Якутов А.А. 1026
Якушова Е.С. 1215, 1231, 1390, 1659
Ямалеев Л.Р. 166
Ямалов И.И. 583
Ямщиков П.Б. 544
Янко П.О. 1008
Янкова А.Е. 1648, 1664
Янц А.Ю. 1186
Ярамишян В.Л. 347
Яримака В.В. 1649

Ярославский В.В. 544
Ярославцев Н.Л. 996
Ярославцева М.М. 736
Ярошенко А.С. 1034, 1038
Яруткина Ю.А. 1569
Ярчак И.А. 642
Ясенцев Д.А. 624, 632, 645
Ястребова Е.И. 1664
Яськова М.А. 1330
Яценко А.В. 111
Яценко Е.А. 378
Яценко М.Ю. 737